Pêches et Océans | Fisheries and Oceans

RAPPORT DE PROJET

Direction des services économiques et de développement
Région du Québec

Canada

MINISTÈRE DES PÊCHES ET DES OCÉANS
Région du Québec
Division du développement technologique,
industriel et des infrastructures

RAPPORT 21

ÉTUDE DE FAISABILITÉ D'UN NOUVEAU TYPE DE CUISEUR À CRABE

Ce rapport a été produit par une firme de consultants et financé en tout ou en partie par la Direction des services économiques et du développement, région du Québec. Les vues et conclusions exprimées dans ce document sont celles du contractant et ne représentent pas nécessairement celles du Ministère.

RESPONSABLE DU PROJET: Richard Chênier TÉL.: (418) 962-6314

CONTRACTANT (adresse): ANGERS, DROUIN, SIMARD ET ASS.
(Blouin et Picard)
2014, boul. Charest Ouest
Ste-Foy (Québec)
G1N 4N6
Tél.: 687-0169

Ce rapport ne peut être cité sans l'approbation du directeur de la Direction.

1 9 8 6

(c) Ministre des Approvisionnements et Services Canada - 1986
Numéro de catalogue FS 67-2/1-21 F
ISBN 0-662-93974-3

Publié par:

Ministère des Pêches et des Océans
Division du développement technologique,
industriel et des infrastructures
Gare maritime Champlain
901, Cap-Diamant
C.P. 15500
Québec (Québec)
G1K 7Y7

TABLE DES MATIERES

Page

LISTE DES TABLEAUX iv
LISTE DES FIGURES vi
RÉSUMÉ viii
INTRODUCTION 1

RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE 6
1. Visites industrielles et sondage 12

CRITERES DE CONCEPTION 13
1. Évaluation de la situation actuelle en usine 16
2. Essais en laboratoire de cuisson dans l'eau 22
3. Essais en laboratoire de cuisson à la vapeur 35
4. Autres commentaires 47

SYSTEME DE CUISSON A L'EAU SALÉE 52
1. Le panier 54
2. Le cuiseur 55
3. La chaudière 56
4. Le réservoir de refroidissement 57
5. Le système hydraulique 57
6. Le système de contrôle 58
7. L'évent 58
8. Rentabilité 59

SYSTEME DE CUISSON A LA VAPEUR 61
1. Le panier 62
2. Le cuiseur 63
3. Le réservoir de refroidissement 63
4. Le bassin de saumure 66
5. Rentabilité 66

TABLE DES MATIERES (suite)

Page

MODIFICATION AU CUISEUR EN CONTINU EXISTANT 68
RECOMMANDATIONS 75
CONCLUSION 81
BIBLIOGRAPHIE 82
ANNEXE 1: Compte rendu des visites 85

LISTE DES TABLEAUX

Page

Tableau 1: Évaluation organoleptique de la cuisson de sections de crabe à 91° C. pour diverses combinaisons de temps de cuisson, précuisson et de refroidissement à deux (2) températures de refroidissement (série 1). 24

Tableau 2: Évaluation organoleptique de la cuisson de sections de crabe à 96°C. pour diverses combinaisons de temps de cuisson, précuisson et de refroidissement à deux (2) températures de refroidissement (série 1). 25

Tableau 3: Évaluation organoleptique de la cuisson de sections de crabe à 100°C. pour diverses combinaisons de temps de cuisson, précuisson et de refroidissement à deux (2) températures de refroidissement (série 1). 26

Tableau 4: Évaluation organoleptique de la cuisson de sections de crabe à 91°C. pour diverses combinaisons de temps de cuisson, précuisson et de refroidissement à deux (2) températures de refroidissement (série 2). 30

Tableau 5: Évaluation organoleptique de la cuisson de sections de crabe à 96°C. pour diverses combinaisons de temps de cuisson, précuisson et de refroidissement à deux (2) températures de refroidissement (série 2). 31

Tableau 6: Évaluation organoleptique de la cuisson de sections de crabe à 100°C. pour diverses combinaisons de temps de cuisson, précuisson et de refroidissement à deux (2) températures de refroidissement (série 2). 32

LISTE DES TABLEAUX (suite)

Page

Tableau 7: Appréciation organoleptique de la cuisson de sections de crabe à la vapeur sous différentes conditions. 36

Tableau 8: Bilan de matière des sections de crabe cuites dans l'eau salée (3 %) et refroidies dans l'eau douce (10 minutes) 38

Tableau 9: Bilan de matière des sections de crabe cuites à la vapeur (5 lb/po2) et refroidies dans l'eau douce (10 minutes) 40

Tableau 10: Bilan de matière des sections de crabe cuites à la vapeur (5 lb/po2) et refroidies dans l'eau salée (3 %) durant 10 minutes. 41

Tableau 11: Bilan de matière des sections de crabe cuites à la vapeur (5 lb/po2) préalablement salées (10 minutes dans eau saline 5 %) et refroidies dans l'eau douce. 42

LISTE DES FIGURES

Page

Figure 1: Schéma représentant la disposition des fils de thermocouple dans le panier de cuisson à l'usine. 19

Figure 2: Courbes de température des thermocouples installés dans le cuiseur, selon la disposition décrite à la Figure 1. 21

Figure 3: Expression du nombre de tests satisfaisants pour le temps de cuisson des sections de crabe en fonction de la température (série 1) 27

Figure 4: Expression du nombre de tests satisfaisants pour le temps de cuisson total des sections de crabe en fonction de la température (série 1) 29

Figure 5: Expression du nombre de tests satisfaisants pour le temps de cuisson des sections de crabe en fonction de la température (série 2)..... 33

Figure 6: Expression du nombre de tests satisfaisants pour le temps de cuisson total des sections de crabe en fonction de la température (série 2) 34

Figure 7: Rendement (%) des différentes méthodes de cuisson des sections de crabe, à l'eau ou à la vapeur. 44

Figure 8: Évolution de la température dans le cuiseur pour un cycle de cuisson à la vapeur. 46

Figure 9: Système de cuisson à l'eau salée. 53

LISTE DES FIGURES (suite)

Page

Figure 10: Panier de cuisson à l'eau salée. 55

Figure 11: Système de cuisson à la vapeur. 64

Figure 12: Panier de cuisson à la vapeur. 65

Figure 13: Système de cuisson continu. 69

Figure 14: Système continu modifié. 72

Figure 15: Vue en coupe du système continu. 73

Figure 16: Système semi-continu. 77

RÉSUMÉ

Picard, Gaston et Blouin, Michel. 1986. Étude de faisabilité et rentabilité d'un nouveau cuiseur. Québec, 1986. 103 p.

L'objectif de cette étude consiste essentiellement à faire une analyse des systèmes industriels de cuisson de sections de crabe et à établir les critères permettant de concevoir un système amélioré particulièrement sur le plan énergétique et de la pollution de l'air en usine. A cette fin, une enquête ainsi qu'un sondage ont été faits auprès de six (6) usines. Une recherche bibliographique complète l'acquisition des connaissances existantes dans la littérature scientifique. En regard de l'objectif poursuivi et de d'autres considérations connexes, trois (3) alternatives ont été étudiées et développées; il s'agit d'un système de cuisson à l'eau salée, d'un système de cuisson à la vapeur et les modifications souhaitables pour le système en continu. D'autre part, des travaux en laboratoire ont été exécutés pour évaluer et comparer l'efficacité de la cuisson à la vapeur versus la cuisson conventionnelle dans l'eau. L'ensemble de ces investigations met en évidence l'orientation vers un système de cuisson en semi-continu pouvant tolérer une pression de 21 kPa.

INTRODUCTION

La transformation du crabe dans l'est du Canada est une industrie qui a beaucoup progressé durant la dernière décennie. Les préoccupations des producteurs ont été principalement axées sur l'obtention d'une bonne qualité de crabe au débarquement pour satisfaire les normes de marchés spécifiques, en l'occurrence ceux du Canada, des États-Unis et du Japon. A cet égard, le crabe doit être transporté et maintenu dans la glace préalablement à sa transformation. Il doit être en vie à son arrivée à l'usine. Sa vigueur est en outre vérifiée par le mouvement des articulations, des yeux, du coeur ou par l'absence de taches noires sur l'abdomen. Au-delà de ces critères importants qui déterminent la qualité des animaux, il faut aussi mentionner que la période de mue se répercute sur la qualité de ce crustacé, le rendant non satisfaisant pour la transformation. En effet, ce stade de croissance caractérise le crabe par un contenu moindre en chair et par une vulnérabilité aux conditions de pêche, puisqu'il résiste moins bien et que le taux de mortalité augmente considérablement. De façon générale, la capture est suspendue pour préserver le "crabe blanc" durant cette période de mue.

La problématique reliée à l'objet de cette étude se situe particulièrement au niveau de la cuisson du crabe à l'usine. La première étape consiste à enlever le corps et les branchies. En industrie, cette opération est désignée par les expressions "cassage du crabe". Par la suite, il faut procéder à la cuisson dans l'eau salée (généralement entre 3 et 4 % selon les divers producteurs) dont la température excède légèrement le point d'ébullition. La durée de la cuisson varie de 8 à 13 minutes selon la taille des animaux. A

cette durée, il faut ajouter 8 à 10 minutes puisqu'il y a une diminution de la température de l'eau lorsque l'on introduit le panier (environ 110 kg de sections de crabe) dans le cuiseur en vrac "batch cooker". Ceci est négligeable pour le cuiseur en continu. Le mode actuel de cuisson, dans l'eau, favorise la libération excessive de vapeur d'eau dans l'atmosphère ambiant ainsi que des substances volatiles indésirables. Ces émanations dans l'usine sont responsables d'affections asthmatiques et/ou allergiques pour le personnel. Cette conséquence se révèle coûteuse pour l'industrie et les divers paliers de gouvernement, car l'absentéisme pour maladie est particulièrement élevé dans ce type d'industrie. Dans le but d'éliminer ces problèmes, il est nécessaire d'évacuer à l'extérieur le maximum de ces substances volatiles indésirables. Cette solution est loin d'être satisfaisante pour les producteurs, considérant qu'elle est énergivore et qu'elle requiert presque l'isolement de cette section avec le reste de l'usine, en plus des problèmes que cela peut comporter pour différentes industries.

A la suite de la cuisson, le refroidissement des sections de crabe, par immersion dans l'eau (eau douce ou eau de mer) contribue aussi au problème d'émanation de substances volatiles dans le milieu ambiant. En effet, les sections de crabe cuites sont véhiculées (panier) du cuiseur au bac de refroidissement et passant ainsi un certain temps dans l'atmosphère. Il faut noter que l'efficacité de cette étape s'accroît lorsque la température de l'eau de refroidissement est plus froide, c'est-à-dire eau de mer à 8°C. versus eau douce 20-25°C. Habituellement, les producteurs ajoutent de la glace pour abaisser davantage la température dans le but de diminuer la durée de cette opération et d'accroître l'efficacité du décorticage.

En regard de cette élaboration sur la problématique dans les lignes qui précèdent, il faut souligner que ce projet est orienté vers les producteurs utilisant le système de cuiseur en vrac et le refroidisseur en vrac "batch cooker". Toutefois, le mode de cuisson en continu sera aussi considéré sur le plan des recommandations ou des suggestions pour l'amélioration de ce type de cuiseur existant.

Tel que recommandé au début de cette introduction, les préoccupations majeures des producteurs étaient axées principalement sur l'acquisition de crabe de qualité au débarquement pour satisfaire les exigences de divers marchés, mais il n'en demeure pas moins que l'on n'a pas remis en question le mode de cuisson et d'appareillage dans le but d'atténuer ou d'éliminer certains problèmes dont souffrait cette industrie.

Pour spécifier l'orientation de cette étude et de la démarche poursuivie, l'objectif général a été défini comme suit:

> "Évaluer et choisir un système de cuisson du crabe conservant et améliorant la qualité et les caractéristiques du produit existant".

Cette étude vise essentiellement, dans un premier volet, à évaluer, à analyser la situation actuelle et à recommander un système de cuisson du crabe par une étude de faisabilité technique versus la rentabilité des systèmes projetés. Dans un deuxième volet, elle tentera de concevoir et de développer un prototype (incluant le cuiseur et le refroidisseur) adapté aux besoins du milieu.

Pour arriver à satisfaire cet objectif général, plusieurs points ont dû être considérés: ceux-ci peuvent se résumer par les objectifs spécifiques suivants:

1- Maintenir ou améliorer les propriétés alimentaires actuelles du produit en regard des exigences du marché.
2- Assurer une cuisson et un refroidissement adéquats en minimisant le temps nécessaire à un coût égal ou moindre.
3- Optimisation de l'utilisation énergétique du procédé et de la capacité unitaire du crabe produit.
4- Réduction des vapeurs nocives conséquentes à la cuisson.
5- Optimisation opérationnelle des cuiseurs et refroidissement au procédé usuel de transformation du crabe en usine.
6- Favoriser l'accessibilité financière et technique aux producteurs.

Dans le but d'atteindre ces objectifs, l'approche suggérée pour la réalisation de cette étude reposait essentiellement sur les éléments suivants:

- Examiner la cuisson par la vapeur (avec ou sans pression) et comparer le produit au mode de cuisson conventionnel, c'est-à-dire dans l'eau. Notons que l'évaluation du produit fini se fait en considération de critères organoleptiques, c'est-à-dire: la texture, la couleur, le goût, l'apparition de taches noires au niveau de l'épaule suivant la cuisson et la facilité de décorticage. A cette évaluation organoleptique, il convenait de procéder à la pesée des sections de crabe à diverses éta-

pes de la transformation pour quantifier un avantage marqué qui est survenu au cours de nos expériences, soit un gain de poids, lorsque le produit est cuit à la vapeur.

- Préconiser un système de cuisson fermé afin de réduire au maximum les émanations volatiles indésirables et la consommation énergétique. Cette enceinte pourrait supporter une pression lors de la cuisson et servir de refroidisseur par l'ajout d'eau froide ou de gaz carbonique. L'optimisation de l'utilisation énergétique mérite une attention spéciale en minimisant l'input d'énergie au strict minimum et en tentant de recycler, le plus possible, les calories nécessaires au procédé.

- Une attention spéciale a été accordée à l'optimisation opérationnelle. A cet égard, l'automatisation du procédé, l'optimisation mécanique, la durabilité etc. ont été considérées.

- Finalement, pour plus de précision sur le déroulement de cette étude, mentionnons qu'une partie des travaux, notamment l'aspect biologique, concernant les essais de cuisson et la recherche bibliographique a été faite à l'Université Laval.

RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

L'objet principal de cette revue de la littérature consistait essentiellement à tirer profit des études similaires effectuées sur la cuisson ou la transformation du crabe. Plus spécifiquement, il s'agissait de mieux caractériser l'influence des divers modes de cuisson sur les propriétés organoleptiques, chimiques et physiques du crabe.

Il est intéressant de souligner qu'il n'y a pratiquement pas de travaux de recherche effectués sur le crabe des neiges. En effet, aucune publication scientifique dont l'objet principal portait sur l'étude de la cuisson des sections de crabe des neiges n'a pu être trouvée. Il n'existe que peu d'études effectuées sur le crabe des neiges Chionoecetes opilio, qui est l'espèce qui nous concerne. Celles qui sont disponibles proviennent de chercheurs japonais.

Les travaux de Miyagawa et al., (1979) avaient pour but de connaître la composition chimique, particulièrement des composés organiques du crabe Chionoecetes opilio cuit dans l'eau bouillante pour une durée de 15 minutes. Le contenu en acides aminés libres du muscle de crabe cru est principalement attribué à la taurine, l'arginine, la glycine et à l'alanine. Après la cuisson, on retrouve surtout la glycine, la taurine, l'alanine, l'urée, la citrulline et l'ornithine. A noter que l'importance de ces travaux est particulièrement reliée à la saveur du crabe, puisque ces acides aminés sont sûrement reliés au goût du crabe. L'autre étude qui portait aussi sur le crabe, Chionoecetes opilio a été réalisée par Hayashi et al., (1878). Il faut remarquer que l'objectif de leurs travaux était axé sur les principaux composés

responsables de l'arôme du crabe cuit dans l'eau, composante importante de l'odeur. A ce sujet, ils rapportent les résultats pour trois (3) groupes de composés chimiques: 1) les nucléotides qui sont répartis comme suit: l'adénosine 5 monophosphate (32 mg/100 g) - la cytidine 5 monophosphate (6 mg/100 g) - l'adénosine 5 disphosphate (7 mg/100 g) - l'inosine 5 monophosphate (5 mg/100 g) et la guanosine 5 monophosphate (4 mg/100 g) - 2) les nucléosides et bases libres: l'adénosine (25 mg/100 g) - l'inosine (13 mg/100 g) et l'hypoxanthine (7 mg/ 100 g) - 3) les bases d'ammonium quaternaires étant constituées de - la glycine bétaine (357 mg/100 g) - l'homarine (63 mg/100 g) et l'oxyde de trimethylamine (338 mg/100 g). A noter que l'azote d'origine non protéique provient principalement des acides aminés libres (72 %), versus 19 % pour la contribution des bases d'ammonium quaternaires.

Hayashi et al., (1981) ont pousuivi leurs travaux sur la saveur du crabe des neiges en établissant une corrélation entre les composés chimiques potentiellement responsables de la saveur et un panel de dégustation. Leur saveur synthétique est constituée de 44 composés chimiques. Les dégustateurs attribuent principalement le goût de la chair de crabe cuit dans l'eau, aux acides aminés, aux nucléotides et autres composés similaires en présence de minéraux. Parmi les acides aminés, la glycine, l'arginine et l'acide glutamique sont très importants pour le goût. Sur le plan des nucléotides, l'adénosine 5 monophosphate (AMP), la guanosine 5 monophosphate (GMP) et la cytidine 5 monophosphate (CMP) ont une importance équivalente au glutamate de sodium, dont on connaît la valeur pour rehausseur la saveur. En ce qui concerne les minéraux, ces chercheurs démontrent que le chlorure de sodium s'avère le sel

ayant le plus d'impact positif. En dernier lieu, la glycine bétaine a été identifiée comme le composé qui contribue le plus à caractériser le goût de fruit de mer du crabe des neiges.

Il est opportun de souligner que ces études effectuées par des chercheurs japonais mettent en évidence l'importance qu'ils accordent à la saveur du crabe des neiges dans l'intention de développer et d'améliorer les "saveurs" synthétiques mises à profit dans d'autres types de produits en l'occurrence le surimi.

Si l'on examine les études qui ont été faites sur divers paramètres de la température de cuisson, il est à noter qu'elles ont porté sur le crabe bleu Callinectes sapidus, espèce dont l'intérêt commercial est plus important aux États-Unis. L'étude de Dowdie et Biede (1983) met en évidence l'effet de la température de l'eau de cuisson sur les protéines. Ils ont démontré qu'une augmentation de la température de l'eau de cuisson (70°C. à 100°C. par échelon de 5°C.) a pour conséquence une diminution des pertes de protéines hydrosolubles. Le fractionnement protéique inhérent à la solubilité montre qu'il y a une seule protéine (PM 89,000) thermosoluble, pour la gamme de température essayée. L'augmentation de la température amène un changement dans le ratio des radicaux fonctionnels acides vers les basiques, ce qui se traduit par une augmentation, quoique faible, du ph. Cette recherche démontre qu'il y a avantage à cuire rapidement, en favorisant l'échange de chaleur au maximum. Il est intéressant de noter que les travaux de Burnette et Frick (1978) démontrent que, même avec un traitement de 12 minutes à 121°C et une pasteurisation subséquente de 1 minute à 85°C n'arrivent pas à inactiver l'enzyme peroxydase

présente dans la chair du crabe bleu. Cette approche peut se comparer aux travaux de Dowdie et Biede (1983) qui soulignent l'existence d'une seule protéine thermostable.

Toujours en ce qui a trait à l'effet de la température sur la cuisson du crabe, il convient de décrire sommairement les travaux de Dickerson et Berry (1976), qui ont étudié les courbes de transfert thermique, lors de la cuisson du crabe bleu dans l'eau et à la vapeur. Ils soulignent que la cuisson à la vapeur (103 kPa) pour une durée totale de 18 minutes (incluant une période de décompression de 8 minutes) donne une température de 112°C. au centre thermique. La cuisson dans l'eau pour une durée totale de 32 minutes dont 8 minutes à ébullition, entraîne une température de 87,5°C. au centre thermique. Cette étude démontre l'efficacité supérieure de la vapeur sous pression comparativement à l'eau, pour activer le transfert de chaleur lors de la cuisson.

Concernant l'effet de la température sur la couleur, Boom (1975) a fait des expériences sur plusieurs espèces de crabes, n'incluant pas le crabe des neiges et le phénomène du bleuissement de la chair. Il souligne une intensification de la décoloration avec l'augmentation du temps et de la température de cuisson. Il attribue cette décoloration (bleue) à une modification de la structure de l'hémocyanine ou d'un complexe hémocyanine-sulfure. Hirnelbloom et al., (1983) ont démontré qu'il n'y a aucun rapport entre l'apparition de la couleur de la carapace et la cuisson comme telle. En effet, il suffit de 30 secondes à une température de 100°C. de l'eau de cuisson pour obtenir le changement de couleur de la carapace.

Parmi les autres ouvrages relevés dans la littérature scientifique comportant un intérêt pour ce projet, mentionnons entre autres: l'étude de Lopez et al., (1981) qui ont étudié l'influence de différents modes de cuisson du crabe bleu sur la teneur résiduelle de certains éléments. Les essais de cuisson dans l'eau ont été réalisés durant 10 minutes après que l'eau eut atteint l'ébullition, alors que les essais à la vapeur ont été conduits à 121°C. et 103 kPa. Ils concluent: 1) qu'il y a plus de magnésium, de phosphore et de sodium dans le crabe cuit à la vapeur que celui cuit dans l'eau, 2) que le crabe bouilli possède moins de magnésium, de phosphore et de potassium que le crabe frais et 3) que l'on enregistre plus de calcium, sodium et zinc et moins de potassium dans le crabe cuit à la vapeur versus le crabe frais. Cette expérience démontre indirectement l'effet de la température plus élevée (vapeur) sur le tissu en libérant davantage d'ions bivalents, calcium et magnésium, lors de l'extraction préalable au dosage.

L'importance d'une bonne cuisson pour la conservation ultérieure de la chair de crabe est démontrée par plusieurs études en s'appuyant sur l'identification et le dénombrement des comptes bactériens lors de l'entreposage du produit fini. D'une part, Ward et al., (1983) rapportent que trois (3) états américains, le Maryland, la Caroline du Nord et la Floride ont une réglementation obligeant la cuisson à la vapeur. Parmi les effets bénéfiques de la cuisson, ils citent les trois (3) suivants: 1) coaguler des protéines afin de faciliter le décorticage, 2) produire la saveur caractéristique du crabe cuit et 3) détruire plusieurs bactéries du crabe vivant. Cette interprétation de leur recherche est supportée par les travaux de Roy et al., (1976) qui ont démontré, suivant un relevé dans six (6) usines de transformation du crabe en

Caroline du Nord et dans une usine pilote où les conditions d'hygiène étaient maximales, que les comptes bactériens les plus hauts sont causés par une cuisson insuffisante ou un manque au niveau des conditions sanitaires dans les usines. Les psychrotrophes anaérobes sont les micro-organismes les plus fréquemment rencontrés. Ward et al., (1977) ont identifié les lactobacillus comme étant les principaux représentants des anaérobes. Wentz et al., (1983) ont réalisé une étude similaire en prélevant des échantillons de chair de crabe dans des supermarchés et des poissonneries de la côte atlantique. Leurs résultats mettent en évidence une flore variée, quantitativement et qualitativement en fonction des sites de production.

Gildings et Hill (1976) ont par ailleurs examiné les effets de la transformation, particulièrement au niveau de la congélation du crabe bleu, sur les changements morphologiques du muscle. Pour les besoins de leur expérience, le crabe a été cuit 10 minutes à 103 kPa. Ils ont démontré, à l'aide de la microscopie électronique, qu'il y avait formation de cristaux à l'intérieur des fibres musculaires lorsque la congélation était faite avec l'azote liquide. A l'entreposage, ces cristaux grossissaient et provoquaient des bris importants du tissu après un an. Par contre, lorsque le muscle est congelé à l'air propulsé, on rapporte aussi des cristaux dans l'espace intercellulaire. Les essais de dégustation n'ont cependant point décelé de différence significative entre les deux (2) produits. Ces mêmes auteurs (Gildings et Hill, 1975) ont aussi fait une étude sur l'influence de la cuisson du crabe bleu sur la teneur en lipides. Leur conclusion stipule que les conditions de cuisson utilisées, 10 minutes à la vapeur, 103 kPa, ont peu d'effet sur les phospholipides qui

représentent 50 % des lipides totaux. De même, Ampola et al., (1971) suggèrent que la cuisson du crabe bleu se fasse à 100°C. durant 8 minutes pour éviter d'affecter la structure de la chair.

Si l'on essai de dégager les lignes directrices qui ressortent de cette revue de la littérature, on réalise en premier lieu que peu de travaux ont été faits sur le crabe des neiges. L'intérêt qu'il présente est axé sur la saveur du produit par des chercheurs japonais. Cependant, on peut affirmer que plusieurs ouvrages américains font état de l'influence de la température sur divers paramètres physiques, chimiques et organoleptiques du crabe bleu.

Il est intéressant de constater que le mode de cuisson du crabe à la vapeur, est déjà au stade de la réglementation pour certains états américains. En dernier lieu, il semble opportun de souligner que ces quelques ouvrages scientifiques mettent en évidence les avantages de la cuisson du muscle de crabe à la vapeur de préférence au crabe bouilli. Ces avantages se manifestent particulièrement sur le plan microbiologique, organoleptique et nutritionnel.

1. Visites industrielles et sondage

Afin de familiariser l'équipe de travail avec les procédés de cuisson du crabe présentement utilisés dans l'industrie et de recueillir les informations pertinentes à cette étude de faisabilité, il fut nécessaire d'effectuer des visites industrielles et de faire un sondage téléphonique.

Les sociétés visitées sont:

- Nord Pêche Inc., aux Escoumins, qui possède un système de cuisson de type "batch" pour une production horaire de 345 kg de sections de crabe.

- Gestion Baie-Trinité, à Baie-Trinité, qui possède un système de cuisson de type continu pour une production horaire de 1 035 kg de sections de crabe.

- Pêcheries Coop Rivière-au-Tonnerre, à Rivière-au-Tonnerre, qui possède trois (3) systèmes de cuisson type "batch" pour une production horaire totale de 1 035 kg de sections de crabe.

- Lors du sondage téléphonique, les sociétés contactées furent:

1- Les Fruits de Mers de l'Est du Québec de Matane;
2- Les Crustacés de Gaspé de Grande-Rivière;
3- Usine E. Gagnon & Fils Ltée de Ste-Thérèse.

Le sondage effectué lors de notre visite sur la Côte-Nord et lors de discussions téléphoniques en Gaspésie a permis d'établir un profil des systèmes de cuisson du crabe. Les gros transformateurs utilisent des systèmes continus alors que les petits recourent à des systèmes de type "batch". Il convient ici d'analyser chacun des systèmes et de dégager les variables économiques qui leur sont communes.

Les systèmes de cuisson continue sont utilisés dans les grosses usines de transformation. Certains utilisent des systèmes de type "batch" comme méthode d'appoint aux cuiseurs continus. La capacité des systèmes continus varie de 1 363 kg/heure à 3 182 kg/heure. Le cuiseur est chauffé à la vapeur, soit par injection directe de la vapeur, soit à l'aide d'un échangeur de chaleur. Les chaudières servent uniquement au système de cuisson et utilisent toutes de l'huile légère et leur puissance fluctue de 294 kW à 785 kW. L'eau de cuisson et de refroidissement varient selon l'emplacement de l'usine. Les systèmes de cuisson continus ont une grande capacité et opèrent sans main-d'oeuvre , étant tous construits pour les grandes usines de transformation.

Le système de cuisson de type "batch" est plus approprié aux petites usines, car son coût d'achat est plutôt modique. La capacité du panier est généralement de 114 kg et on retrouve jusqu'à quatre (4) unités de cuisson dans une même usine.

Elles sont toutes alimentées de la vapeur fournie par des chaudières à l'huile légère. La vapeur est soit injectée dans le panier, soit récupérée par un échangeur de chaleur rudimentaire. L'eau de cuisson est soit douce, soit salée ou constituée à partir de l'eau de mer dépendamment des sources d'approvisonnement.

Pour orienter le développement de notre système, des données qui s'appliquent aux deux (2) systèmes existants de cuisson furent recueillies.

Premièrement, les pertes pour différents produits finis furent établies. Pour 100 kg de crabes vivants, 40 kg peuvent être vendus en section et seulement 25 kg peuvent être vendus en salade.

Les usines opèrent environ 1 000 heures par saison réparties en 10 à 12 semaines pour la pêche hauturière et en 20 semaines pour la pêche côtière.

Pour établir le coût énergétique unitaire, il fallait utiliser les dépenses d'huile annuelles en les répartissant sur le total des ventes en livre. Le coût énergétique unitaire fut évalué à 0,007 $ par kg de sections de crabe vendus. Cette valeur varie d'une usine à l'autre dépendamment des installations, des crabes vivants et du produit fini.

Une description plus complète des sytèmes utilisés dans chacune des industries visitées est proposée à l'Annexe A.

CRITERES DE CONCEPTION

Tel que mentionné dans l'introduction, les efforts déployés dans cette étude pour concevoir un meilleur système de cuisson des sections de crabe sont dirigés vers le système de cuisson en vrac "batch cooker". La conception d'un tel projet doit toujours tenir compte des exigences propres à l'aspect biologique. Il paraît pour le moins difficile de bien faire la première inconsidérément de la seconde.

Afin de vérifier les hypothèses avancées dans l'élaboration de ce projet et particulièrement pour le mode de cuisson à la vapeur, une série d'essais en laboratoire a été effectuée pour évaluer les conséquences sur la dimension biologique. Ces essais ont été faits de façon comparative avec le mode cuisson dans l'eau. De plus, pour mieux comparer les résultats obtenus en laboratoire, un examen de la situation actuelle en usine a été fait.

Cette section du rapport comprend, entre autres: les résultats des essais de laboratoire et en usine permettant de satisfaire les propriétés organoleptiques du produit fini. C'est à partir de ces données que l'aspect ingénierie se greffe pour atteindre les objectifs fixés en portant une attention spéciale aux émanations de volatiles et à l'aspect énergétique du procédé. Cette approche apparaissait la plus apporpriée pour obtenir le choix, le plus judicieux, quant au nouveau système de cuisson des sections de crabe.

1. Évaluation de la situation actuelle en usine

Parmi les étapes nécessaires à la transformation du crabe des neiges en usine, telles que mentionnées dans l'introduction de ce rapport, il importe à ce stade de rappeler certaines lacunes. La visite de plusieurs usines a aidé à constater que les installations varient d'un endroit à l'autre, tant du point de vue de l'approvisionnement en chaleur que les dimensions des équipements pour la cuisson en vrac.

A la suite du démembrement du crabe, les sections sont "déposées" dans les paniers (environ 15 kg). Cette opération serait mieux décrite si l'on disait que les sections sont versées dans le panier, ce qui implique une chute d'au plus la hauteur du panier pour emplir celui-ci. Habituellement, cinq (5) à six (6) bacs de 70 litres en polyéthylène suffisent à compléter le volume nécessaire au chargement. Le treuil mécanique permet de plonger le panier dans le cuiseur et le refroidisseur pour finalement le vider par un système de basculage ou encore à l'aide d'un fond ouvrant à l'aide de pentures. Considérant le poids en question, les manipulations lors du chargement ou le déchargement du panier, entraînent inévitablement des bris aux sections. Les pertes occasionnées n'ont pas été mesurées dans le cadre de cette étude, mais tous, incluant les producteurs, confirment cet inconvénient. Vis-à-vis cet état de fait, il serait préférable de manipuler des volumes maximaux et compatibles avec les bacs de polyéthylène de 70 litres. Ceci permettrait une manipulation manuelle des contenants ayant un poids d'environ 22 kg et favoriserait le maintien de l'intégrité des sections.

Il est évident que le cuiseur devra être conçu en conséquence si l'on veut tirer profit de cette modification souhaitable du système actuel. Les raisons qui militent en faveur de cette option sont d'ordre économique. En effet, les sections abimées sont déclassées pour le marché japonais et si plus de doigts manquent à une section, celle-ci est acheminée vers l'extraction de la chair. Cette dégradation "mécanique" du produit entraîne à un moindre prix. Il est à noter que lors de la capture, un pourcentage assez élevé de bris survient déjà (jusqu'à 15 %), selon les précautions prises par les pêcheurs. Il y aurait avantage à ne pas l'accroître à l'usine.

Si l'on observe de plus près les conditions qui prévalent lorsque le panier est plongé dans le cuiseur, dont l'eau saumurée (environ 3 %) a été préalablement chauffée à ébullition, on note un abaissement rapide de la température de l'eau puisque le crabe était entreposé sur la glace au départ. Habituellement, l'opérateur doit attendre que l'eau de cuisson soit à nouveau en ébullition avant de commencer à chronométrer la durée de cuisson. Cette période peut être qualifiée de précuisson; celle-ci peut varier de 8 à 12 minutes, selon la capacité des chaudières des différentes usines. La cuisson dure approximativement 8 minutes, dépendemment de la grosseur des sections. A la fin de la cuisson, le panier est sorti du cuiseur à l'aide du treuil et plongé dans un bassin de refroidissement de dimensions presqu'équivalentes à celle du cuiseur (variable d'une usine à l'autre). La température de l'eau ainsi que la durée du refroidissement peuvent varier en fonction des usines, des opérateurs et des saisons. Les écarts de température peuvent aller de 10°C., lorsque l'on utilise de la glace, jusqu'à 20-25°C. Le temps de refroidissement varie entre 10 et 15 minutes.

Soupçonnant un certain degré de stratification thermique au niveau du panier dans les conditions telles que décrites précédemment, il s'imposait de faire un relevé des températures exactes qui prévalaient au cours de ces étapes de la transformation, c'est-à-dire précuisson, cuisson et refroidissement. Un enregistreur à thermocouple multiple (Data Logger) a facilité la prise de ces mesures en fixant les fils à thermocouple autour des pattes des sections lors du chargement du panier. La disposition des points de lecture est illustrée de façon schématique à la Figure 1. Les thermocouples ont été placés dans

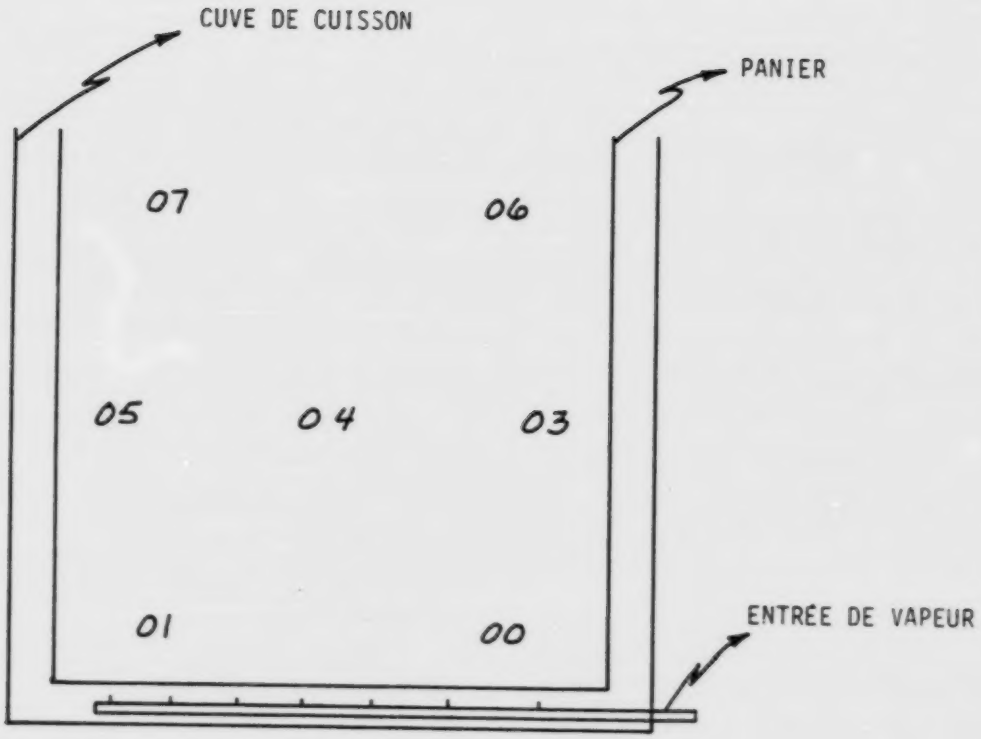


Fig. 1 : Schéma représentant la disposition des fils de thermocouple dans le panier de cuisson à l'usine

un plan vertical central au panier. La distance de la paroi du panier était de 15 à 20 cm pour les nos 00, 01, 06 et 07 et environ 10-12 cm pour les nos 03 et 05, alors que le no 4 était au centre.

Les résultats enregistrés apparaissent à la Figure 2. Ces valeurs démontrent une hétérogénéité de la température dans le cuiseur et on peut voir que le centre accuse un retard appréciable de cuisson d'environ 5 minutes, comparativement avec le dessus. Les écarts se manifestent particulièrement lors de la période de précuisson et au début de la cuisson. On peut remarquer qu'au début de la période de précuisson les différences s'élèvent de 5°C. jusqu'à 17°C. La courbe de température au fond du panier (01) ressemble plutôt aux résultats obtenus au centre. A noter que le thermocouple 00 ne fonctionnait pas et qu'on ne doit pas tenir compte de ces valeurs. Pour interpréter la diminution rapide de la température lors du refroidissement, il faut considérer le temps de réponse de l'appareil, qui était ajusté pour un cycle de lecture par minute. Ce phénomène ne permet pas de quantifier réellement les différences observées au début du refroidissement, puisque toutes les températures ne furent pas enregistrées simultanément.

Outre l'avantage de favoriser la manipulation d'un grand volume de sections de crabe lors de la transformation, les inconvénients de celui-ci peuvent se résumer par les observations suivantes, car il:

- contribue au bris des sections;
- stimule les émanations de substances volatiles;
- n'assure pas une cuisson uniforme.

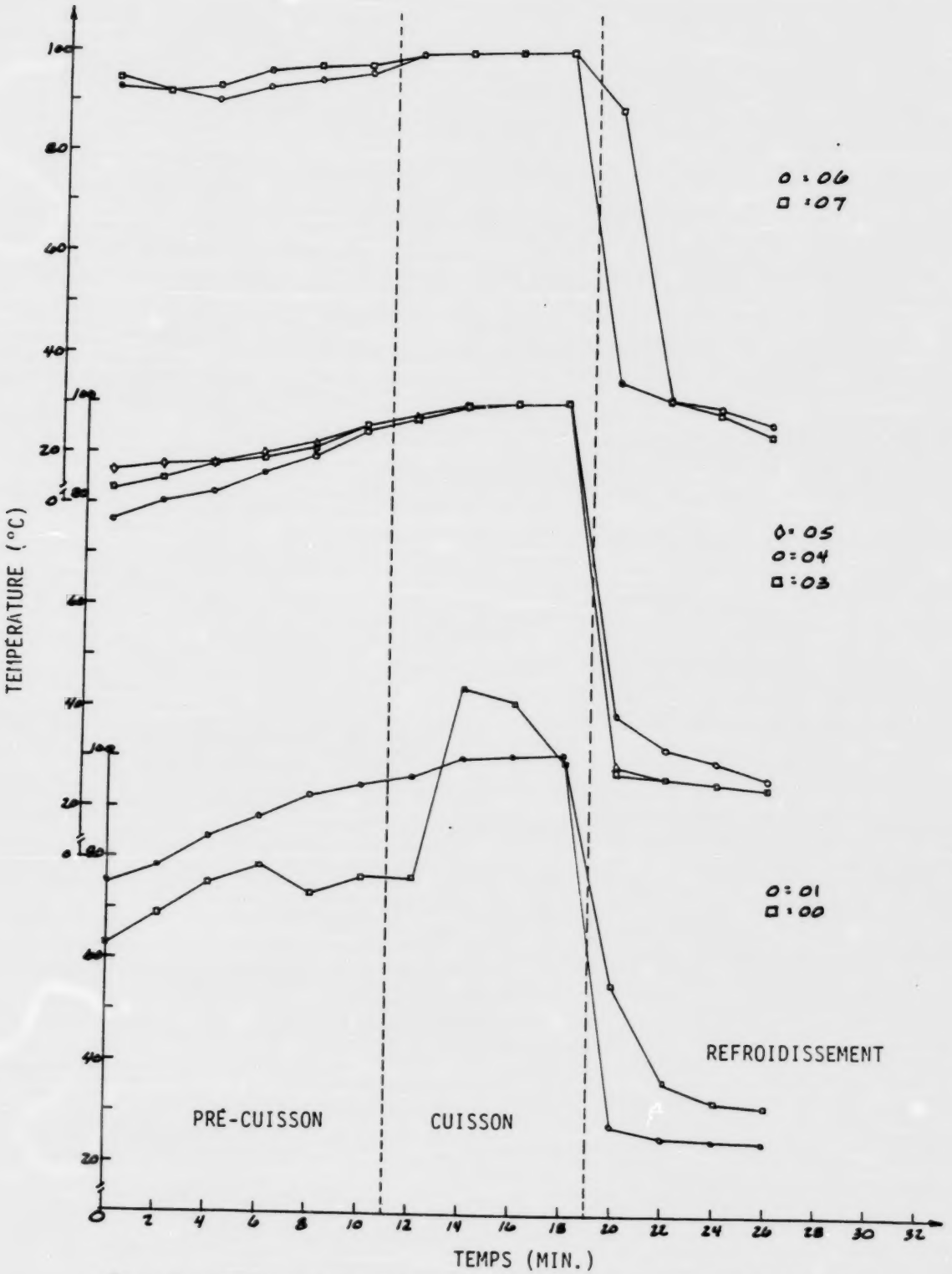


Fig. 2 : Courbes de température des thermocouples installés dans le cuiseur, selon la disposition décrite à la Figure 1.

2. Essais en laboratoire de cuisson dans l'eau

Pour les expériences de cuisson effectuées à l'Université Laval, un cuiseur chauffé à la vapeur fut utilisé. Contrairement à ceux en usine, la vapeur n'était pas en contact direct avec l'eau puisqu'une double paroi communiquait la chaleur de la vapeur à l'eau. Comme la source de vapeur était relativement abondante, il fut facile obtenir les températures recherchées.

Dans le but de cerner la température appropriée pour satisfaire une cuisson adéquate, des essais ont été faits à 91°C., 96°C. et 100 °C., avec des temps variables de 6, 8 et 10 minutes; les temps de précuisson sont variables. Finalement, dans le but de déterminer l'importance du refroidissement, les essais ont été conduits à 8°C. et 15°C. pendant des temps de 10 et 15 minutes. Tous ces tests ont été menés à deux (2) reprises.

Pour chacun des tests, un total de trois (3) sections fut utilisé et le poids total noté afin de déceler les différences de pesanteur susceptibles d'influencer les résultats. Le volume d'eau salée (3 %) utilisée pour la cuisson a été mesuré de façon à obtenir le même ratio, (volume d'eau: volume de sections) qu'en industrie, c'est-à-dire 100:17. Après refroidissement, un contrôle organoleptique fut pratiqué afin de déterminer le goût, la texture et la facilité du décorticage par extrusion manuelle de la chair. Monsieur Germain Landry, contrôleur de qualité aux Fruits de Mer de l'Est du Québec depuis quatre (4) ans a fait l'évaluation organoleptique.

Tel que mentionné précédemment, ces essais ont été effectués en deux (2) répétitions. La pesée des sections préalablement à l'exécution des tests démontre que leur poids moyen pour la série 1 était de 800 grammes avec des variations de 750 à 850 grammes, alors que le poids moyen des sections pour la série 2 était de 900 grammes avec des écarts de 860 à 950 grammes, sauf indication contraire.

A partir des résultats, deux (2) courbes ont été tracées (pour chaque série) afin d'évaluer le temps de cuisson requis pour obtenir une cuisson adéquate (en se basant sur l'évaluation organoleptique) et le temps de cuisson total (incluant la précuisson) pour une cuisson adéquate. Cette dernière interprétation des résultats permettra d'évaluer l'importance de la précuisson sur la cuisson.

Les résultats obtenus pour la série 1 sont présentés dans les Tableaux 1, 2 et 3. Si l'on regroupe les données pour exprimer le nombre de tests donnant une cuisson satisfaisante pour les trois (3) températures essayées, en l'occurrence 91° C., 96°C. et 100°C., on obtient la Figure 3 qui n'indique pas de différence, ni n'autorise à favoriser un temps ou une température de cuisson. Cependant, si l'on ajoute les temps de précuisson aux temps respectifs de cuisson, on obtient une répartition différente des combinaisons satisfaisantes pour donner une cuisson adéquate. En effet, il s'ensuit que l'étalement des valeurs pour 91°C. et 96°C. est beaucoup plus grand que pour 100°C., (Fig. 4). Cette interprétation des données procure un indice révélateur montrant que la température de cuisson minimale se situe plus haut que 96° C. Effectivement,

Tableau 1: Évaluation organoleptique de la cuisson de sections de crabe à 91°C. pour diverses combinaisons de temps de cuisson, précuisson et de refroidissement à deux (2) températures de refroidissement (série 1).

Temps cuisson (minutes)	Temps précuisson (minutes)	Temps refroidissement (°C.)	Temps refroidissement (min)	Texture	Facilité de décorticage	Goût
10	8	8	10	Ferme et élastique	Collé aux fibres internes	Bon
10	6	8	15	Caoutchouteuse	Collé à la carapace	Bon
10	6	15	10	Caoutchouteuse	Partiellement collé à la carapace	Bon
10	4	15	15	Légèrement caoutchouteuse	Facile	Bon
8	4	8	10	Ferme et élastique	Facile	Bon
8	9	8	15	Ferme et élastique	Facile	Bon
8	3	15	10	Ferme et élastique	Facile	Bon
8	2	15	15	Ferme et élastique	Facile	Bon
6	14	8	10	Flasque et fibreuse	Collé aux fibres internes	Bon
6	13	8	15	Flasque et fibreuse	Facile	Bon
6	4	15	10	Flasque et fibreuse	Légèrement collé aux fibres internes	Fort
6	4	15	15	Flasque	Fibreuse	Fort

Tableau 2: Évaluation organoleptique de la cuisson de sections de crabe à 96°C. pour diverses combinaisons de temps de cuisson, précuisson et de refroidissement à deux (2) températures de refroidissement (série 1).

Temps cuisson (minutes)	Temps précuisson (minutes)	Temps refroidissement (°C.)	Temps refroidissement (min)	Texture	Facilité de décorticage	Goût
10	7	8	10	Caoutchouteuse	Légèrement collé à la carapace	Bon
10	9	8	15	Caoutchouteuse	Facile	Bon
10	5	15	10	Caoutchouteuse	Facile	Bon
10	2	15	15	Caoutchouteuse	Facile	Bon
8	4	8	10	Ferme et élastique	Facile	Bon
8	4	8	15	Caoutchouteuse	Facile	Bon
8	5	15	10	Légèrement caoutchouteuse	Facile	Bon
8	4	15	15	Légèrement caoutchouteuse	Facile	Bon
6	10	8	10	Ferme et élastique	Facile	Bon
6	10	8	15	Ferme et élastique	Facile	Bon
6	6	15	10	Ferme, peu élastique	Facile	Bon
6	3	15	15	Ferme et élastique	Facile	Bon

Tableau 3: Évaluation organoleptique de la cuisson de sections de crabe à 100°C. pour diverses combinaisons de temps de cuisson, précuisson et de refroidissement (série 1).

Temps cuisson (minutes)	Temps précuisson (minutes)	Temps refroidissement (°C.)	Temps refroidissement (min)	Texture	Facilité de décorticage	Goût
8	4	8	10	Ferme et élastique	Facile	Bon
8	4	8	15	Ferme et élastique	Facile	Bon
8	1	15	10	Caoutchouteuse	Facile	Bon
8	4	15	15	Ferme et élastique	Facile	Bon
6	3	8	10	Légèrement flasque	Facile	Bon
6	4	8	15	Ferme et élastique	Facile	Bon
6	4	15	10	Légèrement flasque	Facile	Bon
6	3	15	15	Légèrement flasque	Facile	Bon

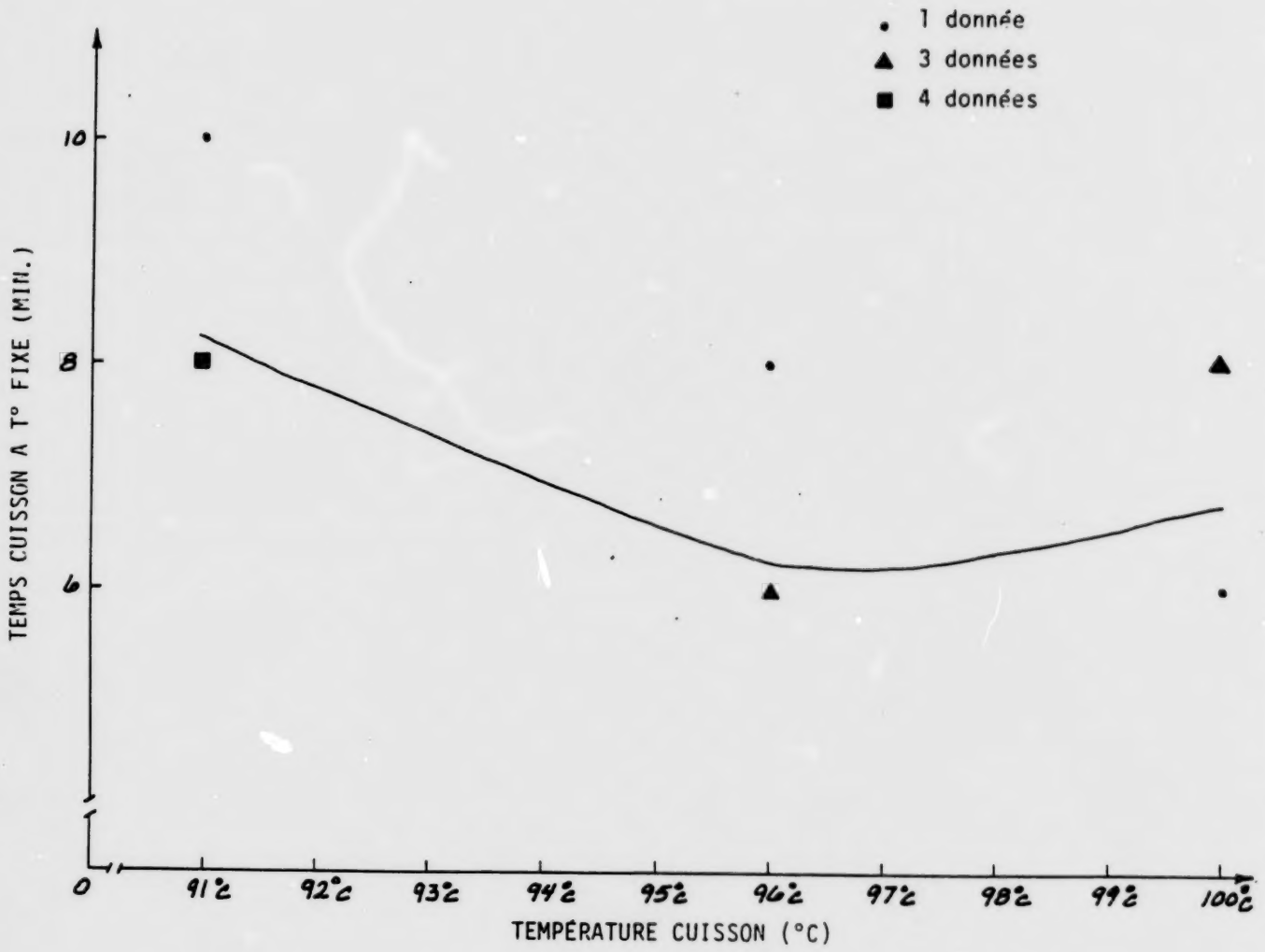


Fig. 3 : Expression du nombre de tests satisfaisants pour le temps de cuisson des sections de crabe en fonction de la température (série 1)

seule la température de 100°C. permet de limiter au minimum l'écart du temps global de cuisson. En regard des temps et des températures de refroidissement expérimentés dans cette première série, on note que les variantes essayées ont un effet négligeable.

Les résultats de la deuxième série sont présentés aux Tableaux 4, 5 et 6. L'expression des données, c'est-à-dire le nombre de tests donnant une cuisson adéquate en fonction des combinaisons essayées, est représentée aux Figures 5 et 6. La Figure 5 montre la tendance vers 100°C. pour un minimum d'étalement des tests et cette tendance est davantage confirmée par la Figure 6 qui a une diminution quasi linéaire du temps de cuisson en fonction de la température.

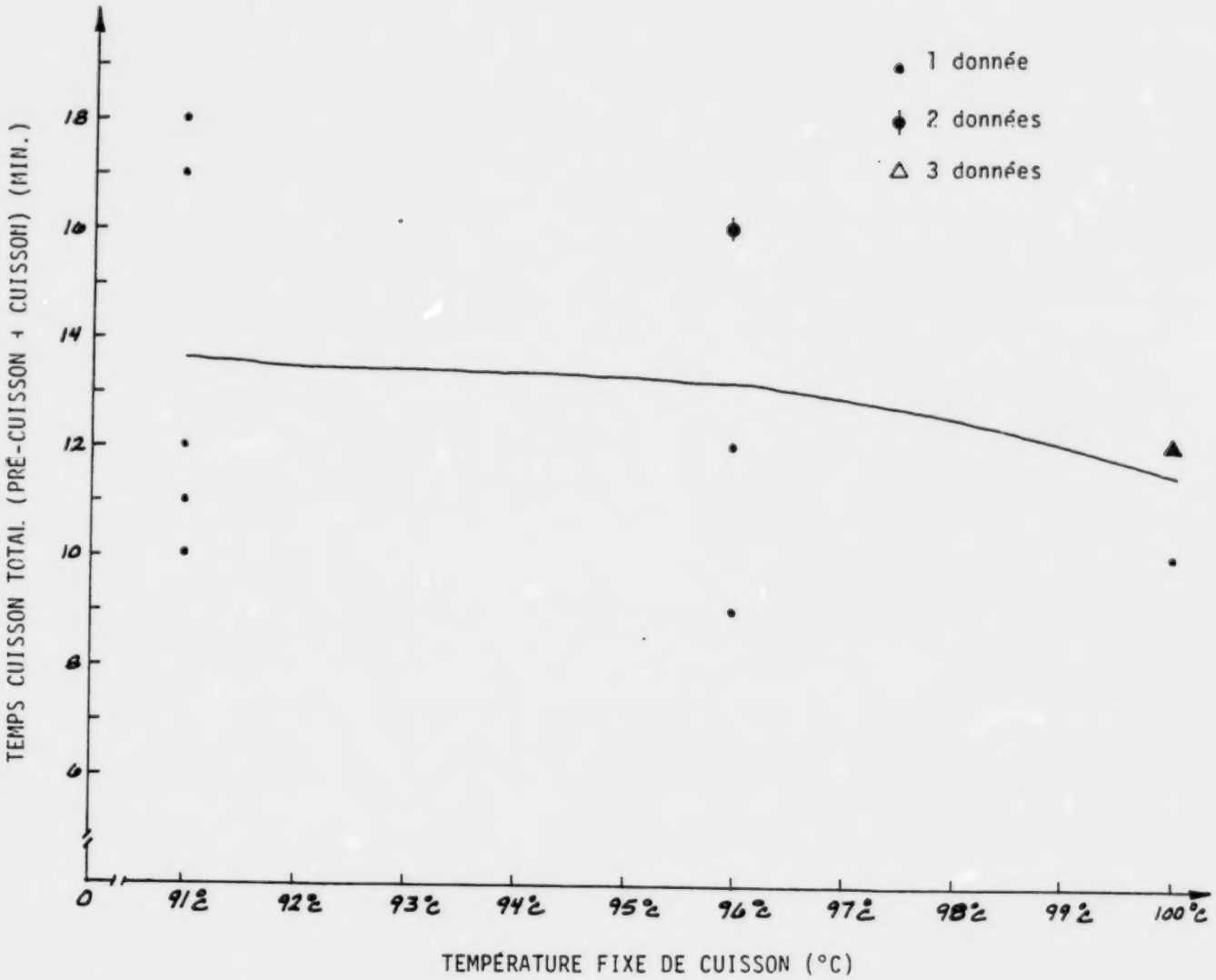


Fig. 4 : Expression du nombre de tests satisfaisants pour le temps de cuisson total des sections de crabe en fonction de la température (série 1)

Tableau 4: Évaluation organoleptique de la cuisson de sections de crabe à 91°C. pour diverses combinaisons de temps de cuisson, précuisson et de refroidissement à deux (2) températures de refroidissement (série 2).

Temps cuisson (minutes)	Temps précuisson (minutes)	Temps refroidissement (°C.)	Temps refroidissement (min)	Texture	Facilité de décorticage	Goût
10	13	8	10	Légèrement caoutchouteuse	Collé à la carapace	Fort
10	5	8	15	Ferme et élastique	Légèrement collé à la carapace	Bon
10	2	15	10	Caoutchouteuse	Collé à la carapace	Bon
10	11	15	15	Ferme et élastique	Facile	Bon
8	5	8	10	Ferme et élastique	Facile	Bon
8	3	8	15	Ferme et élastique	Collé aux fibres internes	Bon
8	5	15	10	Légèrement flasque	Collé aux fibres internes	Bon
8	4	15	15	Légèrement caoutchouteuse	Collé à la carapace	Bon
6	9	8	10	Flasque	Collé aux fibres internes	Bon
6	5	8	15	Légèrement flasque	Collé aux fibres internes	Bon
6	7	15	10	Ferme et élastique	Collé aux fibres internes	Bon
6	3	15	15	Très légèrement flasque	Collé aux fibres internes	Bon

Tableau 5: Évaluation organoleptique de la cuisson de sections de crabe à 96°C. pour diverses combinaisons de temps de cuisson, précuisson et de refroidissement à deux (2) températures de refroidissement (série 2).

Temps cuisson (minutes)	Temps précuisson (minutes)	Temps refroidissement (°C.)	Temps refroidissement (min)	Texture	Facilité de décorticage	Goût
10	5	8	10	Légèrement caoutchouteuse	Facile	Bon
10	3	8	15	Caoutchouteuse	Facile	Bon
10	4	15	10	Caoutchouteuse	Facile	Bon
10	3	15	15	Légèrement caoutchouteuse	Facile	Bon
8	4	8	10	Ferme et élastique	Facile	Bon
8	2	8	15	Caoutchouteuse	Facile	Bon
8	1	15	10	Légèrement caoutchouteuse	Facile	Bon
8	5	15	15	Ferme et élastique	Facile	Bon
6	4	8	10	Ferme et élastique	Facile	Bon
6	4	8	15	Ferme et élastique	Facile	Bon
6	1	15	10	Flasque	Collé aux fibres internes	Bon
6	1	15	15	Légèrement flasque	Facile	Bon

Tableau 6: Évaluation organoleptique de la cuisson de sections de crabe à 100°C. pour diverses combinaisons de temps de cuisson, précuisson et de refroidissement à deux (2) températures de refroidissement (série 2).

Temps cuisson (minutes)	Temps précuisson (minutes)	Temps refroidissement (°C.)	Temps refroidissement (min)	Texture	Facilité de décorticage	Goût
*8	3	8	10	Ferme et élastique	Légèrement collé aux fibres internes	Bon
8	2	8	15	Légèrement caoutchouteuse	Facile	Bon
8	2	15	10	Caoutchouteuse	Facile	Bon
8	1	15	15	Légèrement caoutchouteuse	Facile	Bon
6	1	8	10	Ferme et élastique	Facile	Bon
6	3	8	15	Ferme et élastique	Facile	Bon
6	2	15	10	Légèrement flasque	Facile	Bon
6	2	15	15	Ferme et élastique	Facile	Bon

* Sauf pour cet échantillon d'un poids de 900 grammes, tous les autres échantillons de cette série pèse 750 grammes.

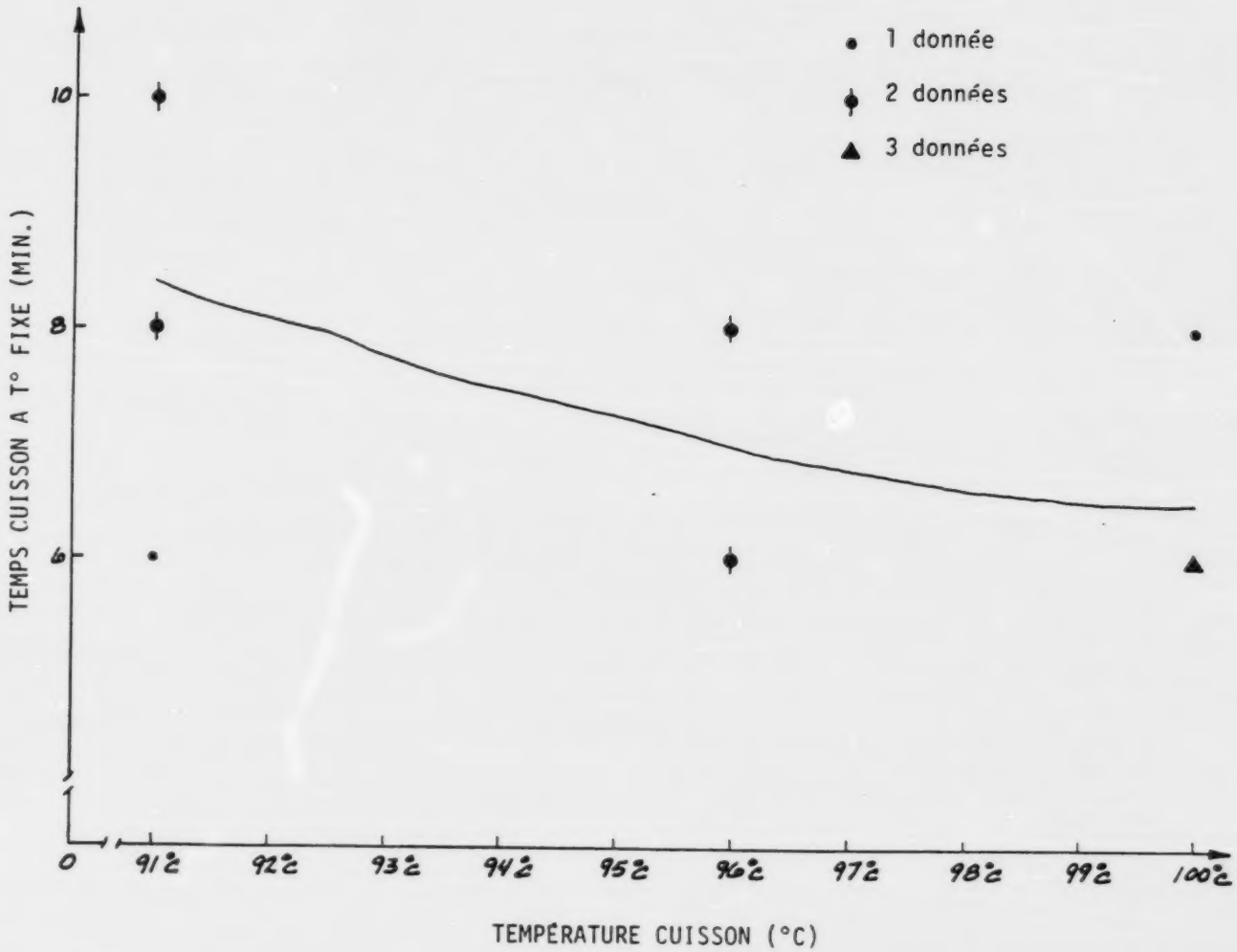


Fig. 5 : Expression du nombre de tests satisfaisants pour le temps de cuisson des sections de crabe en fonction de la température (série 2)

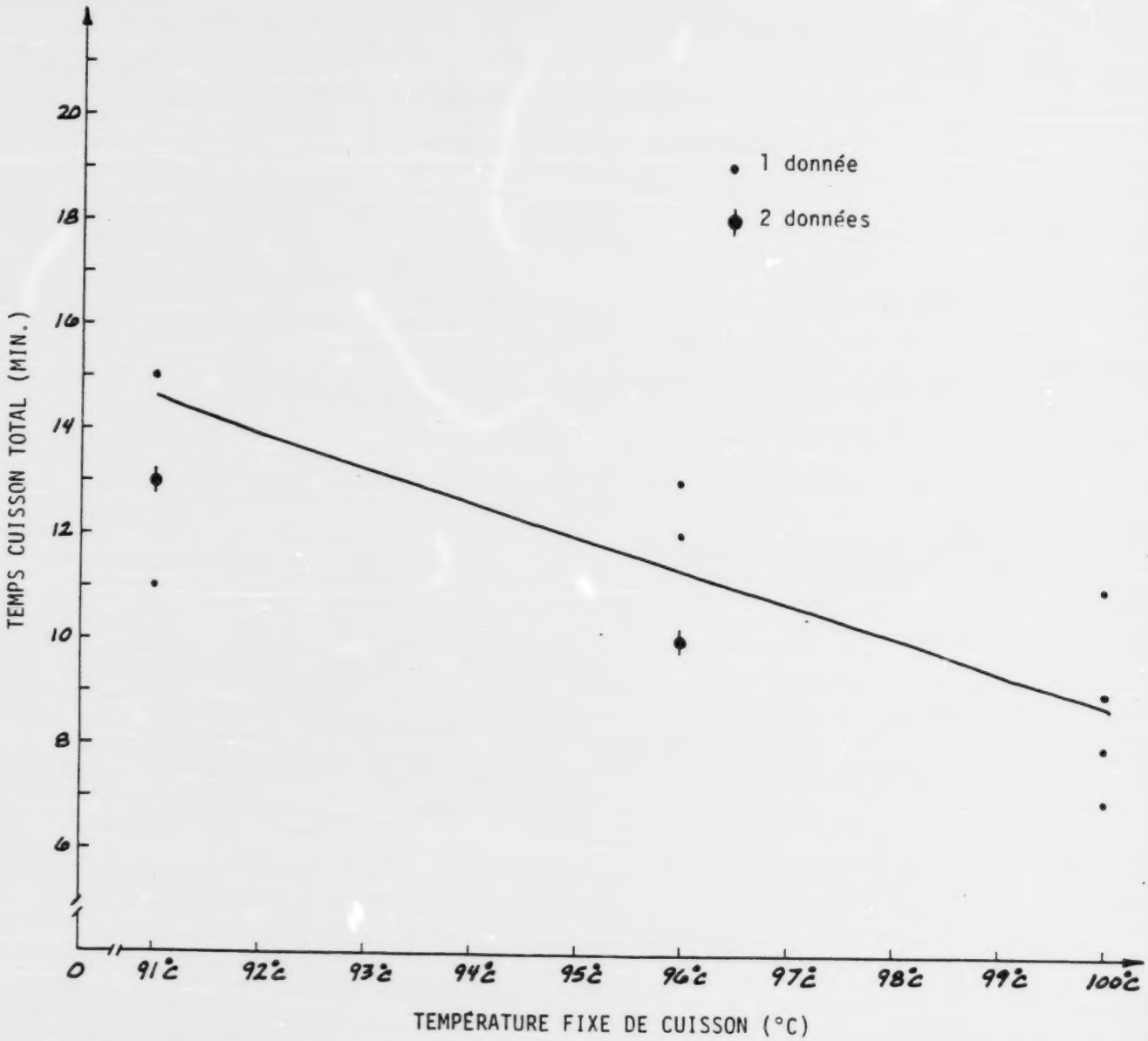


Fig. 6 : Expression du nombre de tests satisfaisants pour le temps de cuisson total des sections de crabe en fonction de la température (série 2)

3. Essais en laboratoire de cuisson à la vapeur

Dans un premier temps, il s'agissait d'effectuer des tests de cuisson des sections de crabe dans un cuiseur similaire à celui utilisé pour la cuisson dans l'eau, sauf que ce dernier est surmonté d'un couvercle pouvant tolérer une pression de la vapeur. L'objet de cette première tentative était d'évaluer la qualité organoleptique du produit fini, c'est-à-dire la couleur de la section, le comportement de la chair, la texture, le goût et les autres considérations susceptibles d'en altérer l'apparence. Chaque test a été fait avec trois (3) sections dont le poids moyen était de 800 grammes. Les résultats sont présentés au Tableau 7. Il est évident que l'effet de la pression augmente considérablement le transfert de chaleur au produit. Ce phénomène se traduit par une cuisson excessive pour un temps inférieur à 2,25 minutes à 103 kPa (15 lb/po2). Cependant, en abaissant la pression à 6,89 ou 13,78 kPa (1 ou 2 lb/po2), on note qu'un temps de cuisson de 4 minutes est insuffisant. Quant à l'évacuation de la pression, il faut un minimum de 0,25 minute pour éviter une extrusion automatique de la chair de la carapace. Il est intéressant de noter que la décompression peut faciliter le décorticage si celle-ci est effectuée dans un laps de temps voisinant de 0,5 minute. Cependant, d'autres essais devront être faits pour préciser davantage cet effet secondaire, qui pourrait être avantageusement mis à profit. Dans l'ensemble, ces premiers tests se sont avérés plus satisfaisants que prévus. A la suite de cette première étape, il a fallu vérifier si cette méthode de cuisson à la vapeur, pour les sections de crabe, était aussi bonne que la méthode de cuisson conventionnelle; c'est-à-dire dans l'eau.

Tableau 7: Appréciation organoleptique de la cuisson de sections de crabe à la vapeur sous différentes conditions.

Pression de vapeur (lb/po2) (kPa)	Temps sous pression (min)	Temps de décompression (min)	Cuisson
103	3,00	0,01	Trop cuit, chair sortie de la carapace
103	2,25	0,50	Trop cuit
34,3	2,25	0,50	Léger manque de cuisson
13,78	4,00	0,17	Manque de cuisson
6,89	4,00	----	Manque de cuisson

A cet effet, une série d'essais de cuisson qui devait permettre de quantifier l'effet a été entrepris:

- de la cuisson dans l'eau sur le poids des sections;

- de la cuisson à la vapeur sur le poids des sections;

- du trempage des sections de crabe dans une solution de sel, avant ou après la cuisson à la vapeur, sur le poids des sections de crabe.

En d'autres termes, on a porté une attention spéciale au bilan de matière des sections de crabe suivant les diverses façons de les cuire et de les saler.

Le Tableau 8 montre les résultats obtenus pour la cuisson conventionnelle, c'est-à-dire la cuisson dans l'eau salée (3 %) et un refroidissement dans l'eau douce. Chacune des répétitions a été effectuée avec quatre (4) sections de crabe. Pour avoir une meilleure image de l'effet de la cuisson sur le poids des sections, nous avons sorti et pesé les sections après 4, 8 et 10 minutes de cuisson,et ce, pour deux (2) des trois (3) répétitions.

Pour les tests effectués sur la cuisson à la vapeur, huit (8) sections de crabe par essai pour une durée de cuisson de 3 minutes et 103 kPa de pression furent utilisées. La décompression du cuiseur a été faite en 0,25 minute. Le Tableau 9 montre les résultats de la cuisson à la vapeur avec un refroidissement dans l'eau douce de 10 minutes. Dans le but de connaître l'effet du sel

TABLEAU 8 : Bilan de matière des sections de crabe cuites dans l'eau salée (3%) et refroidies dans l'eau douce (10 minutes).

REPETITION	POIDS BRUT 100% (POIDS MOYEN/CRABE)	POIDS APRES DEMEMBREMENT (RENDEMENT %)	POIDS APRES 4 MIN CUISSON (RENDEMENT %)	POIDS APRES 8 MIN CUISSON (RENDEMENT %)	POIDS APRES 10 MIN CUISSON (RENDEMENT %)	POIDS APRES REFROIDISSEMENT (RENDEMENT %)
1	1 587 g (793 g)	1 024 g (64,52%)	-	864 g (54,44%)	-	950 g (59,87%)
2	1 644 g (822 g)	1 173 g (71,35%)	1 046 g (63,62%)	968 g (58,88%)	962 g (58,52%)	1 074 g (65,33%)
3	1 476 g (738 g)	1 007 g (68,22%)	923 g (62,53%)	860 g (58,27%)	831 g (56,30%)	890 g (60,30%)
% MOYEN	(784 g)	68,03%	63,08%	57,20%	57,41%	61,83%

Appréciation organoleptique : Bon goût, belle couleur, texture ferme et élastique et décorticage facile.

sur le traitement précédent, cette expérience, cuisson à la vapeur, a été répétée, mais avec un refroidissement dans l'eau salée (3 %) et les résultats sont présentés au Tableau 10. En dernier lieu, il convenait de vérifier si le salage préalable à la cuisson à la vapeur était préférable ou comparable aux essais précédents; le Tableau 11 montre les résultats obtenus.

L'évaluation organoleptique de ces sections de crabe révèle que la couleur est toujours satisfaisante, la texture est ferme et élastique et conforme à une bonne qualité et le goût a été jugé bon dans tous les cas.

Cependant, il faut mentionner que le goût salé est absent lorsque la cuisson à la vapeur est suivie d'un refroidissement à l'eau douce. Il en est de même lorsque le salage des sections préalables à la cuisson à la vapeur fait ensuite place à un refroidissement à l'eau douce. Il en ressort un produit fini qui est moins salé au niveau de l'épaule. Ce résultat est attribuable à un lessivage partiel dans l'eau douce.

Cette lacune est absente si l'on procède au salage après la cuisson. Cependant, si cette filière est retenue, une attention particulière devra être accordée à la saumure pour assurer un changement régulier de celle-ci à cause de la contamination microbiologique. Idéalement, la saumure devrait être refroidie pour diminuer les risques de contamination et assurer une meilleure qualité microbiologique au produit lors de sa transformation ultérieure. De plus, la réfrigération de la saumure contribuerait à refroidir plus rapidement les sections de crabe. Évidemment, cette option souffre d'un handicap qui est le coût engendré par une telle opération.

TABLEAU 9 : Bilan de matière des sections de crabe cuites à la vapeur (5 lb/po^2) et refroidies dans l'eau douce (10 minutes).

REPETITION	POIDS BRUT (POIDS MOYEN/CRABE)	POIDS APRES DEMEMBREMENT (RENDEMENT %)	POIDS APRES CUISSON (RENDEMENT %)	POIDS APRES REFROIDISSEMENT (RENDEMENT %)
1	3 415 g (854 g)	2 378 g (69,63%)	2 044 g (59,85%)	2 202 g (64,48%)
2	2 986 g (746 g)	2 024 g (67,78%)	1 714 g (57,40%)	1 825 g (61,12%)
% MOYEN	(800 g)	68,70%	58,62%	62,8%

Appréciation organoleptique : Bon goût, belle couleur, texture ferme et élastique, absence du goût salé et décorticage facile.

TABLEAU 10: Bilan de matière des sections de crabe cuites à la vapeur (5 lb/po^2) et refroidies dans l'eau salée (3%) durant 10 minutes.

REPETITION	POIDS BRUT (POIDS MOYEN/CRABE)	POIDS APRES DEMEMBREMENT (RENDEMENT %)	POIDS APRES CUISSON (RENDEMENT %)	POIDS APRES REFROIDISSEMENT (RENDEMENT %)
1	2 829 g (707 g)	2 001 g (70,73%)	1 791 g (63,31%)	1 879 g (66,42%)
2	2 316 g (579 g)	1 572 g (67,88%)	1 431 g (61,79%)	1 505 g (64,98%)
% MOYEN	(643 g)	69,30%	62,55%	65,70%

Appréciation organoleptique : Belle couleur, texture ferme et élastique, bon goût et décorticage facile.

TABLEAU 11: Bilan de matière des sections de crabe cuites à la vapeur (5 lb/po^2) préalablement salées (10 minutes dans eau saline 5%) et refroidies dans l'eau douce.

REPETITION	POIDS BRUT 100% (POIDS MOYEN/CRABE)	POIDS APRES DEMEMBREMENT (RENDEMENT %)	POIDS APRES SALAISON (RENDEMENT %)	POIDS APRES CUISSON (RENDEMENT %)	POIDS APRES REFROIDISSEMENT (RENDEMENT %)
1	2 394 g (598 g)	1 651 g (68,96%)	-	-	1 588 g (66,33%)
2	2 790 g (697 g)	1 892 g (67,81%)	1 712 g (61,36%)	1 556 g (55,77%)	1 698 g (60,86%)
% MOYEN	(647 g)	68,39%	61,36%	55,77%	63,59%

Appréciation organoleptique : Belle couleur, texture ferme et élastique, manque de sel au niveau de l'épaule et décorticage facile.

Dans tous les essais, le décorticage s'est avéré adéquat et facile à effectuer. Il est impossible que la durée de la décompression (0,25 min) soit un facteur non négligeable en regard de cet aspect.

Concernant le bilan de matière pour les tests effectués précédemment (Tabl. 8, 9, 10 et 11), on remarque que le rendement est plus avantageux dans le cas de la cuisson à la vapeur comparativement à la cuisson conventionnelle dans l'eau, du moins, pour les sections de crabe et dans les conditions expérimentales utilisées.

Pour faciliter l'interprétation de ces résultats, la Figure 7, montre la performance de chaque procédure essayée en fonction du rendement.

Il est intéressant de noter que la cuisson dans l'eau se traduit par une perte progressive de poids des sections de crabe (voir Fig. 7). En effet, la pesée des sections, pour deux (2) des trois (3) répétitions, à 4, 8 et 10 minutes, confirme la linéarité de cette diminution. Si l'on compare les résultats de la cuisson dans l'eau salée, aux autres essais effectués à la vapeur, le principal point qui en ressort est que la cuisson à la vapeur, étant plus courte, réduit la perte d'eau. On a donc avantage à exploiter cette conséquence de la cuisson à la vapeur pour une application industrielle. Sur le plan quantitatif, les résultats obtenus avec la cuisson conventionnelle donne un rendement de 61,8 % et la cuisson à la vapeur suivie d'un refroidissement dans l'eau salée (3 % de sel) donne un rendement de 65,7 %. Notons que le poids moyen des sections de crabe pour la cuisson dans l'eau était de 784 grammes (Tabl. 8), alors que le poids moyen pour l'essai à la vapeur était de 643g.

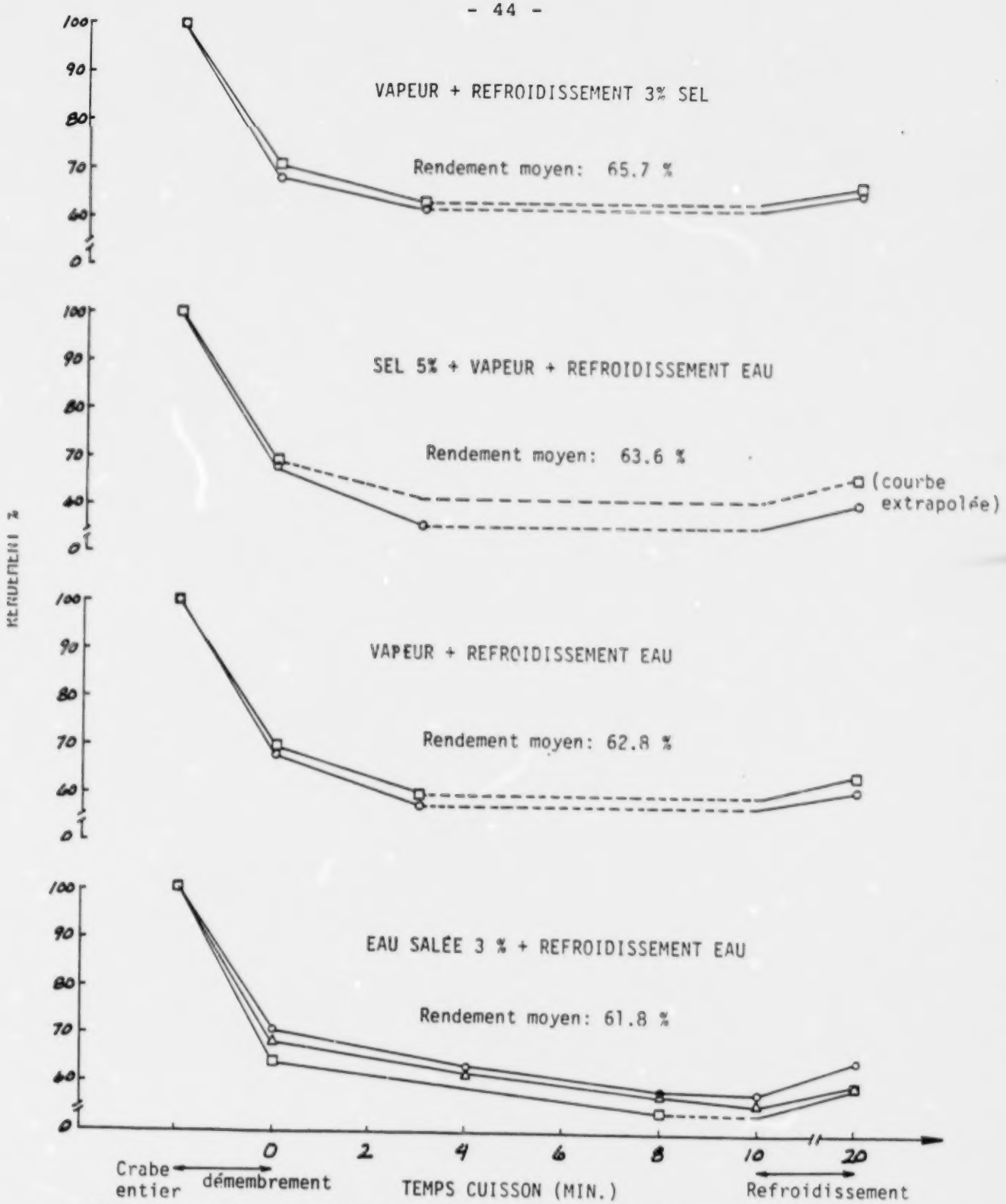


Fig. 7 : Rendement (%) des différentes méthodes de cuisson des sections de crabe, à l'eau ou à la vapeur

Pour l'instant, ce gain de 3,9 % au niveau du rendement ne peut pas être attribué à l'écart qu'il y a pour le poids moyen des sections utilisées. En effet, l'expérience de la cuisson à la vapeur suivie d'un refroidissement dans l'eau montre encore un meilleur rendement (62,8 %) et le poids moyen des sections de crabe était de 800 grammes (Tabl. 9).

Bien que ces résultats soient encourageants, il n'en demeure pas moins que d'autres travaux devront être faits pour supporter davantage nos résultats et vérifier si ce gain de poids se retrouve aussi au niveau de la chair décortiquée.

Si l'on se reporte aux résultats obtenus à l'usine, en regard de la température à divers points dans le panier, on avait noté des écarts appréciables durant l'opération de cuisson. A cet égard, cet aspect d'homogénéité de la température à l'intérieur de l'enceinte du cuiseur à la vapeur n'a pas été vérifié. Cet essai a été fait avec vingt-quatre (24) sections de crabe, soit le maximum pouvant entrer dans le cuiseur. Le résultat est présenté à la Figure 8 et on remarque un écart minime, qui est de beaucoup préférable aux conditions existantes en usine, c'est-à-dire dans l'eau.

Suite à ces travaux, nous avons pris connaissance de la présence d'un cuiseur à la vapeur sans pression (Cleveland) dans un établissement commercial de Ste-Foy. Il apparaissait particulièrement opportun d'y reproduire un essai de cuisson dans leur cuiseur et de refaire parallèlement une expérience témoin dans notre laboratoire pour cuisson conventionnelle. Cette précaution a été prise puisque le lot de crabes reçu était différent des autres. Les résultats

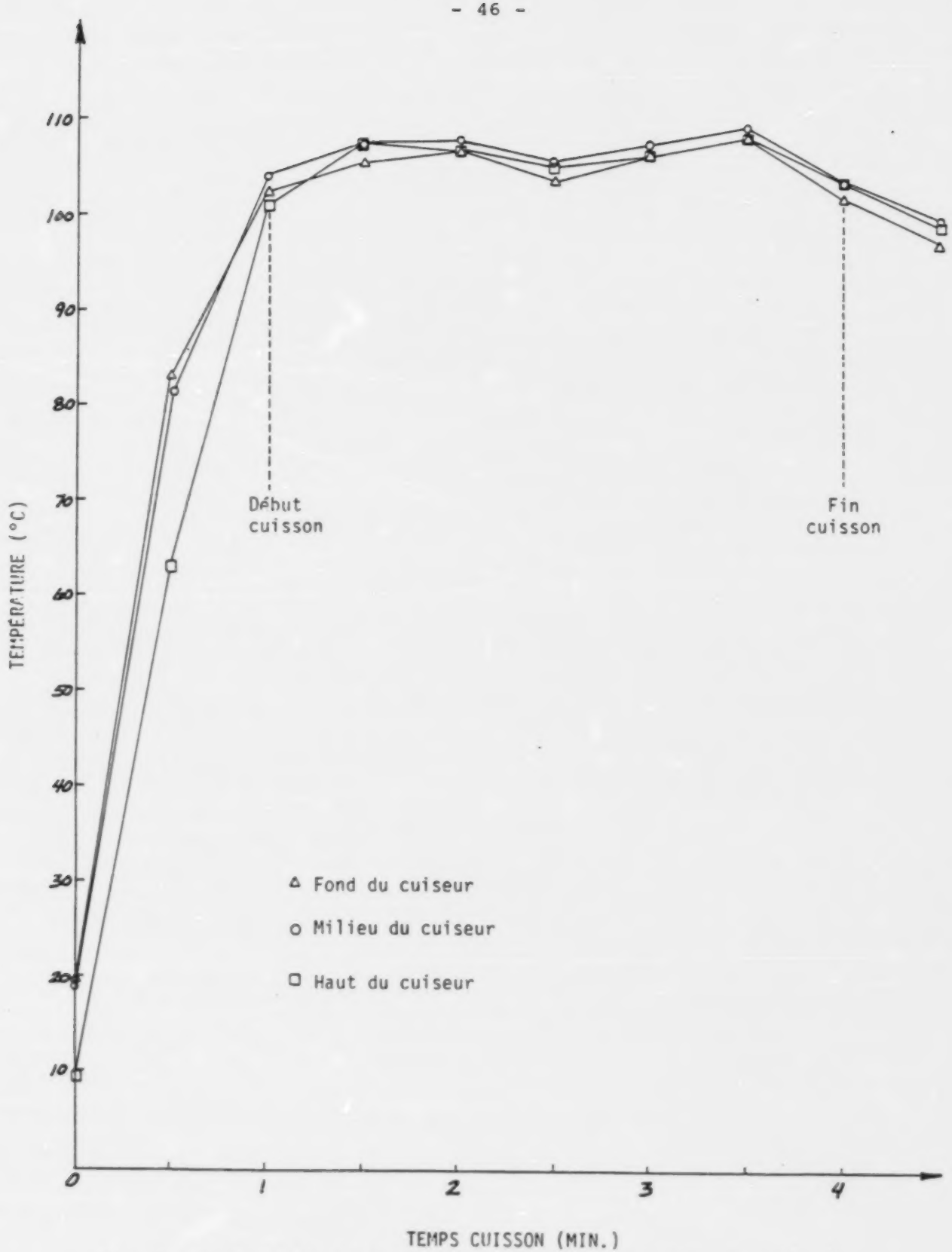


Fig. 8 : Evolution de la température dans le cuiseur pour un cycle de cuisson à la vapeur

obtenus démontrent encore un gain de 1 % pour la cuisson dans le cuiseur Cleveland. Si l'on considère l'ensemble des résultats obtenus pour la cuisson à la vapeur, il faut préconiser cette approche; d'autant plus que le gain de poids contribuera à rentabiliser l'investissement que les producteurs devront faire pour modifier leurs opérations.

Parmi les autres avantages dont pourraient bénéficier les producteurs avec ce type de cuiseur, il y a l'élimination des changements d'eau de cuisson (à tous les deux (2) heures d'opération), l'élimination de la dilution de l'eau de cuisson durant les deux (2) heures d'utilisation et conséquemment l'élimination de cette variable au niveau du produit fini, économie d'énergie en utilisant un cuiseur fermé et l'élimination des substances volatiles dans l'usine.

Ce dernier point pourrait être renforcé davantage en ajoutant un mécanisme qui permettrait un refroidissement à l'intérieur du cuiseur. Finalement, ce dernier pourrait être utilisé à d'autres fins dans l'usine pour cuisson de d'autres produits et désinfection de petits équipements qui demandent souvent un tel traitement et de façon périodique.

4. Autres commentaires

Notre cuiseur a d'abord été situé dans un cadre de fonctionnement. Puis, il s'agissait ensuite d'en définir les objectifs particuliers.

La pêche au crabe se pratique sur la Moyenne et Basse Côte-Nord, en Gaspésie et aux Iles-de-la-Madeleine au Québec. L'éloignement de ces régions influence grandement la conception d'un cuiseur. En effet, les usines vouées à la transformation du crabe se situent souvent dans les villages éloignés des villes. Les services et les équipements nécessaires à la réparation du cuiseur sont difficiles d'accès. Les pertes de temps sont alors importantes de même que le coût des réparations. En conséquence, le nouveau cuiseur devra minimiser les pièces sujettes à l'usure ou aux bris. Notons que le coût d'installation d'un équipement est aussi influencé par l'éloignement.

L'installation et l'entretien devront être aussi simples que possible. Idéalement, l'installation doit être limitée au raccordement électrique à l'aqueduc et/ou à l'eau de mer et à l'égoût.

D'autre part, le nouveau cuiseur doit tenir compte des normes sanitaires actuelles et autant que possible futures. Le système doit être facilement nettoyable afin de minimiser les risques de contamination. Les interstices et les endroits susceptibles de s'encrasser doivent être réduits au minimum. Si l'on prend comme modèle d'autres secteurs de l'industrie alimentaire, c'est-à-dire pâtisserie, fermentation, produits laitiers, etc., il va de soi que le matériau recommandé est l'acier inoxydable. En effet, les opérations de lavage et de désinfection sont facilitées, tout en évitant la présence de catalyseurs (éléments chimiques) qui peuvent être relargués si l'on utilise d'autres matériaux. La cuisson et le refroidissement se font à l'eau salée. Le cuiseur doit résister à la corrosion. Les joints d'étanchéité devront résister à l'eau de mer et être sanitaires.

L'eau de cuisson devrait satisfaire les exigences de l'eau potable sur le plan microbiologique pour éviter la contamination du produit fini. S'il y a lieu, un traitement de chloration peut s'avérer approprié. Cet élément est important si l'on considère les coûts engendrés par les fréquents changements d'eau de cuisson.

D'autre part, la conception d'un nouveau cuiseur se base aussi sur les avantages et les désavantages des cuiseurs en vrac existants et conformément aux objectifs de cette étude.

La construction des cuiseurs actuel "batch" est robuste et simple. La cuisson est entièrement contrôlée par l'opérateur. Aucun contrôle, aucune instrumentation facilite la tâche à l'opérateur. Il régularise le débit de vapeur vive à l'aide d'une soupape manuelle qui est généralement trop près du cuiseur pour être facilement ajustable. L'opérateur ouvre donc la soupape nécessaire afin de s'assurer d'une cuisson minimale. La qualité de la cuisson dépend donc entièrement de l'opérateur. Ces conditions d'opération rendent pratiquement impossible l'uniformité de la production. De plus, l'aspect énergétique est loin des conditions optimales.

Un des problèmes évidents lors de la cuisson des sections de crabe est la quantité de la vapeur perdue. Comme ces systèmes de cuisson sont généralement de petites dimensions, il est donc non rentable de récupérer cette vapeur. Par conséquent, notre approche est de minimiser les pertes de vapeur de l'eau de cuisson par un contrôle automatique, soit de la température de l'eau de cuisson ou du débit de la vapeur.

D'autre part, plusieurs personnes sont affectées par des vapeurs nocives dégagées lors de la cuisson des crabes. Le problème a été diminué en aspirant un grand débit d'air au-dessus du cuiseur. Toutefois, la meilleure solution est de capter à la source ces vapeurs nocives afin d'éliminer toute contamination de l'air à l'intérieur de l'usine. Un simple évent peut alors remplacer les hottes existantes au-dessus du cuiseur.

En ce qui concerne la cuisson des sections de crabe comme telle, elle varie à l'intérieur du panier dépendant de la position. Les sections situées sur le dessus du panier cuisent plus vite que celles à l'intérieur du panier, car l'eau y est plus chaude au début de la cuisson. Pour s'assurer que les sections au centre du panier soient cuites, l'opérateur doit allonger le temps de cuisson. Par conséquent, les crabes sur le dessus seront trop cuits. De plus, la cuisson peut varier d'un lot à l'autre selon l'opérateur, la quantité de sections de crabe, la pression atmosphérique, etc. En conclusion, le nouveau cuiseur doit assurer une cuisson uniforme et toujours avec la même efficacité.

Selon les responsables des entreprises de transformation du crabe, le marché japonais est le plus lucratif mais aussi le plus difficile au niveau des exigences. Entre autres, l'apparence des sections de crabe doit être parfaite et en particulier, aucun doigt de la section ne doit être brisé. L'absence de bris des sections est un facteur important pouvant permettre de rentabiliser un nouveau système de cuisson. On sait que la procédure actuelle pour remplir et vider les paniers favorise grandement les bris mécaniques des sections. Un producteur rapportait que cette étape pouvait introduire jusqu'à

10 % de bris additionnels. A titre d'exemple, si le nouveau cuiseur produit 1% de plus de crabes de première qualité (en section) à un gain marginal de 2,20$ /kg, cela représente une somme de 10 000$ pour une production annuelle de 454 545 kg.

Un autre point lié à une production de première qualité mais difficilement quantifiable est l'augmentation des ventes. En effet, il est reconnu que la mise en marché d'un produit de qualité supérieure augmente le prix et le volume des ventes.

En résumé, les critères de conception sont:

1- Une production de sections de crabe de première qualité.
2- Une élimination complète des vapeurs nocives.
3- Une opération facile et sécuritaire.
4- Une construction robuste.
5- Une baisse du coût de production.

D'autre part, en plus de ces critères, il fallait minimiser le coût du cuiseur afin de permettre une rentabilité plus facile.

SYSTEME DE CUISSON A L'EAU SALÉE

Le premier modèle de cuiseur de sections de crabe tel que conçu dans cette étude est basé sur les méthodes conventionnelles de cuisson et de refroidissement utilisées actuellement, sauf que tout est effectué en vase clos. Ainsi, la cuisson est à l'eau salée et le refroidissement peut être à l'eau salée ou à l'eau douce. Le système proposé est représenté à la Figure 9, (système de cuisson à l'eau salée). Il faut noter que cette première orientation a été préconisée lors de la proposition originale, donc avant que les essais de cuisson en laboratoire aient été faits à l'Université Laval.

Le système se compose de trois (3) réservoirs, soit:

- le cuiseur;
- le réservoir d'eau froide;
- le réservoir d'eau chaude.

Le panier de sections de crabe est introduit dans le cuiseur. Le panier est conçu de façon à fermer hermétiquement le cuiseur. Pour la cuisson, une pompe fait circuler l'eau chaude dans le cuiseur en passant par la soupape à trois (3) voies. L'eau est alimentée dans le cuiseur par la soupape de contrôle de niveau d'eau du cuiseur et retourne vers le réservoir à eau chaude. Après la cuisson, le cuiseur est vidé et l'eau est retournée dans le réservoir

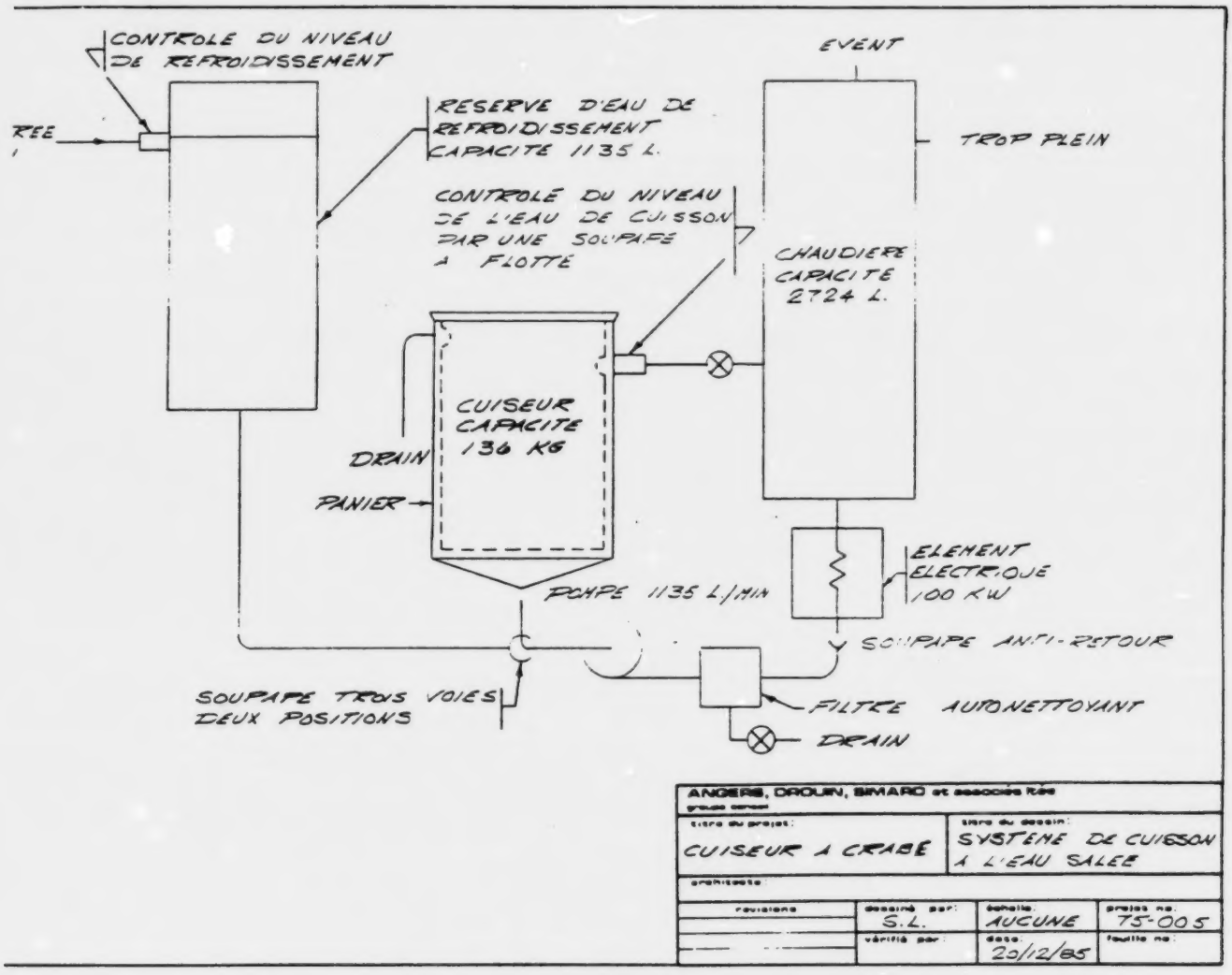


Fig. 9 : Système de cuisson à l'eau salée

d'eau chaude. Pour le refroidissement, l'eau est injectée dans le bas du cuiseur par gravité en passant par la soupape à trois (3) voies et retourne au drain en passant par le trop plein du cuiseur. Après le refroidissement, l'eau est pompée vers le drain et le cuiseur peut être ouvert sans libérer de vapeur ou de gaz nocifs.

1. Le panier

Le panier représenté à la Figure 10 (Panier de cuisson à l'eau salée) est totalement différent du panier existant. Sa forme est quasi cylindrique afin de diminuer les coûts de construction et d'améliorer la circulation de l'eau à l'intérieur. Le fond du panier permet de fermer et d'étancher le cuiseur lors de la cuisson et du refroidissement, éliminant de cette façon l'émission de vapeurs nocives dans l'usine. Le couvercle du panier est conçu afin de minimiser les bris des sections lors du déchargement. Deux (2) trous entre la partie cylindrique et le fond du panier facilite la circulation de l'eau de cuisson ou de refroidissement à l'intérieur du panier.

Le couvercle sert de diffuseur afin d'uniformiser le débit de l'eau de cuisson et de refroidissement dans le panier. Celui-ci doit être renversé pour être chargé. Pour ce faire, deux (2) tiges aident à faire pivoter le panier sur une base. Un treuil mobile permet une manutention facile du panier. La capacité de ce dernier est de 136 kg avec un volume utile de 0,76 mètre cube. Pour éviter la corrosion et répondre aux normes sanitaires les plus strictes, le panier est fabriqué en acier inoxydable.

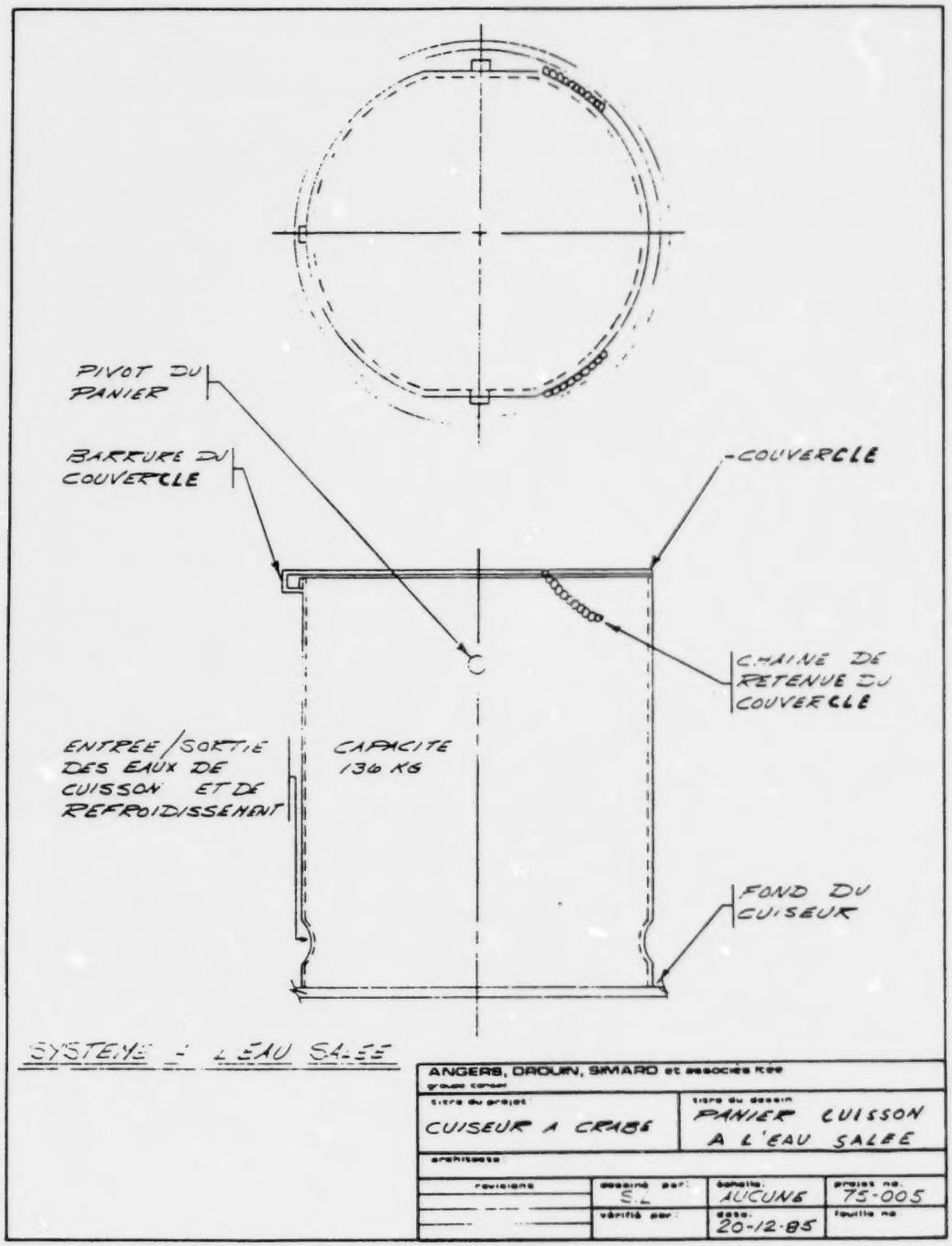


Fig. 10 : Panier de cuisson à l'eau salée

2. Le cuiseur

La forme du cuiseur est cylindrique de façon à diminuer son coût. Son volume est de 1 mètre cube. Il est fabriqué en acier inoxydable, condition d'une saine hygiène alimentaire. Sa forme produit une circulation optimale de l'eau à l'intérieur du cuiseur afin de mieux contrôler la cuisson. Le dessus du cuiseur possède une couronne conique de manière à faciliter l'entrée du panier et d'étancher le couvercle. Le fond du cuiseur est conique, ce qui contribue à rendre plus facile le nettoyage et l'évacuation de l'eau. Des ouvertures sont prévues dans le fond et dans le haut du cuiseur afin d'entrer et de vidanger les eaux de cuisson et de refroidissement et d'évacuer les gaz nocifs qui se dégagent lors de la cuisson. Finalement, une soupape à flotte aide à la conservation du niveau de l'eau lors de la cuisson.

3. La chaudière

La chaudière est un réservoir avec un système de chauffage qui permet de conserver l'eau de cuisson à la température désirée. Le volume de la chaudière est de trois (3) fois celui du cuiseur afin de créer une masse thermique et, ainsi, faciliter le maintien de la température de l'eau de cuisson à la valeur désirée. La source d'énergie de la chaudière peut être électrique ou à vapeur.

D'autre part, une simple conduite de vapeur produirait l'énergie nécessaire à partir des bouilloires existantes. Finalement, la température de cuisson suggérée est de 100°C. Cette température permet de cuire les sections de crabe avec un minimum d'énergie tout en assurant une cuisson plus uniforme.

4. Le réservoir de refroidissement

Le réservoir de refroidissement favorise l'emmagasinage de l'eau nécessaire pour remplir le cuiseur. Ainsi, celui-ci est rempli rapidement, ce qui conduit à un refroidissement plus uniforme et plus rapide des sections de crabe. La capacité de ce réservoir est de 1 135 mètres cubes. L'entrée d'eau froide est contrôlée par une valve à flotte. Ce réservoir peut être en acier inoxydable, en aluminium, en polyéthylnène ou en acier recouvert d'époxy dépendamment des considérations du client.

5. Le système hydraulique

Le système hydraulique est composé de trois (3) soupapes électriques, d'une pompe, d'un filtre et des conduites. Les soupapes électriques servent à contrôler les cycles de cuisson et de refroidissement, alors que le rôle de la pompe est de remplir la chaudière et de vidanger le cuiseur.

La pompe a une capacité de 1 135 litres/minute elle peut ainsi vider le cuiseur assez rapidement.

Le filtre épure une grande partie des saletés et conserve l'eau de cuisson plus longtemps et, ainsi, récupère une grande quantité d'énergie. De plus, le filtre est auto-nettoyant et élimine l'entretien lors de la période de cuisson.

Toutes les composantes du système hydraulique sont en acier inoxydable pour une durée de vie maximale.

6. Le système de contrôle

Un automate programmable permet de contrôler l'ensemble de la cuisson et du refroidissement et assure une cuisson toujours égale. De plus, le système de contrôle de la chaudière est entièrement indépendant.

D'autre part, le système peut être conçu pour une opération manuelle. Un opérateur devra surveiller le système continuellement. Le coût d'opération sera plus dispendieux et la qualité du produit fini dépendra de l'opérateur. Donc, cette alternative est peu recommandée pour ce cuiseur.

7. L'évent

Un évent permet de récupérer les gaz nocifs à l'intérieur du cuiseur et de la chaudière. Pour qu'ils soient évacués à l'extérieur, un ventilateur assure qu'aucun gaz ne s'échappe à l'intérieur de l'usine afin de protéger les travailleurs.

8. Rentabilité

Le cycle de cuisson se répartit comme suit:

- manutention	1 minute
- remplissage avec l'eau de cuisson	1 minute
- cuisson	10 minutes
- vidange de l'eau de cuisson	1 minute
- remplissage avec l'eau de refroidissement	1 minute
- refroidissement	10 minutes
- vidange de l'eau de refroidissement	1 minute
Total:	25 minutes

Ce système peut donc faire 2,4 lots "batch" par heure avec un volume de 136 kg/lot pour une production moyenne de 327,2 kg/h.

Selon le sondage auprès des industries, il coûte environ 0,033 $ d'énergie par kg de crabe. Le système de cuisson à l'eau salée permet de réduire ce coût de moitié pour une économie moyenne de 5,40 $/heure.

Les gains de main-d'oeuvre sont établis à environ 15 minutes/heure à un taux horaire de 6,00 $/heure pour un gain de 1,50 $/heure.

De plus, en éliminant les bris des sections, les ventes de sections peuvent être augmentées de 1 % à un profit marginal de 1,00 $ pour un gain moyen de 7,20 $. L'utilisation de ce système permet donc une économie de 14,10 $/heure.

Équation de rentabilité

$$R = \frac{C}{(E^* H - \frac{C^* I}{2})}$$

où

R = Retour sur investissement (ans)

C = Coût de fabrication du système ($)

E = Économie moyenne due au cuiseur ($/heure)

H = Moyenne annuelle des heures d'opération des usines (1 000 heures)

i = Taux d'intérêt annuel (10 %)

D'après la formule de rentabilité décrite précédemment, l'estimation du coût initial de 35 000 $, le système peut se rentabiliser en trois (3) ans.

Estimation du coût:

Panier	4 000 $
Cuiseur	2 000 $
Réservoir de refroidissement	2 000 $
Soupapes électriques	6 000 $
Réservoir à eau chaude	6 000 $
Filtre	2 000 $
Pompe 1 135 l/min	3 000 $
Contrôle	5 000 $
Montage et installation	5 000 $
Total:	35 000 $

SYSTEME DE CUISSON A LA VAPEUR

Les essais effectués par l'équipe du Docteur Picard de l'Université Laval ont démontré que la cuisson à la vapeur est aussi bonne sinon meilleure que la cuisson conventionnelle. Parmi les avantages de la cuisson à la vapeur, notons:

- Cuisson uniforme des sections de crabe dans le cuiseur;

- Durée réduite de la cuisson (trois minutes);

- Économie d'énergie;

- Gain minimum de 1 % du poids des sections de crabe.

Le système se compose: d'un cuiseur hermétique, d'une réserve d'eau froide et d'une alimentation en vapeur.

Le panier de sections est mis dans le cuiseur et le couvercle est fermé. La vapeur est introduite par le haut et le condensé est évacué en bas du cuiseur. Après la cuisson, l'eau froide est injectée au bas du cuiseur par la soupape trois (3) voies et retournée au drain en passant par la soupape trois (3) voies située au haut du cuiseur. Après le refroidissement, le cuiseur est vidangé et l'on peut ouvrir le couvercle. Tout le cycle a été réalisé sans émanation de vapeur nocive.

En contrepartie, la cuisson à la vapeur exige un bain de saumure après le refroidissement et cela implique un surplus de manutention et d'équipement. Voir schéma de principe à la Figure 11.

1. Le panier

Le panier du cuiseur à la vapeur est de forme quasi cylindrique, (voir Fig. 12). Le fond agit comme diffuseur afin de contrôler la circulation de l'eau de refroidissement. Le haut est ouvert pour décharger les sections de crabe. Deux (2) tiges permettent de faire pivoter le panier sur une base et de le vider en douceur après la cuisson. L'ensemble de cette construction du

panier permet de minimiser le bris de la section de crabe. Finalement, le panier a une capacité d'environ 136,4 kg de sections de crabe et est fait en acier inoxydable.

2. Le cuiseur

Le cuiseur est de forme cylindrique et constitué d'acier inoxydable. Un système de contrepoids facilite la manoeuvre du couvercle lorsque l'on manipule le panier. Une ouverture dans le haut du cuiseur permet à la vapeur de pénétrer et à l'eau de refroidissement de sortir. Une autre ouverture dans le bas sert à vidanger la vapeur et l'eau de refroidissement et à remplir le cuiseur avec l'eau de refroidissement. Une valve sur l'ouverture du haut a pour fonction de régulariser la pression, alors qu'une trappe à vapeur sur l'ouverture du bas libère la condensation de vapeur lors de la cuisson. D'autre part, la vapeur est fournie par les bouilloires déjà en place.

3. Le réservoir de refroidissement

Le réservoir de refroidissement emmagasine l'eau nécessaire pour remplir le cuiseur rapidement.

Le réservoir contient environ 1 589 litres d'eau. Une soupape à flotte sert à contrôler l'entrée d'eau et une deuxième soupape permet d'alimenter le cuiseur en eau froide. L'eau est transférée par gravité du réservoir de refroidissement au cuiseur.

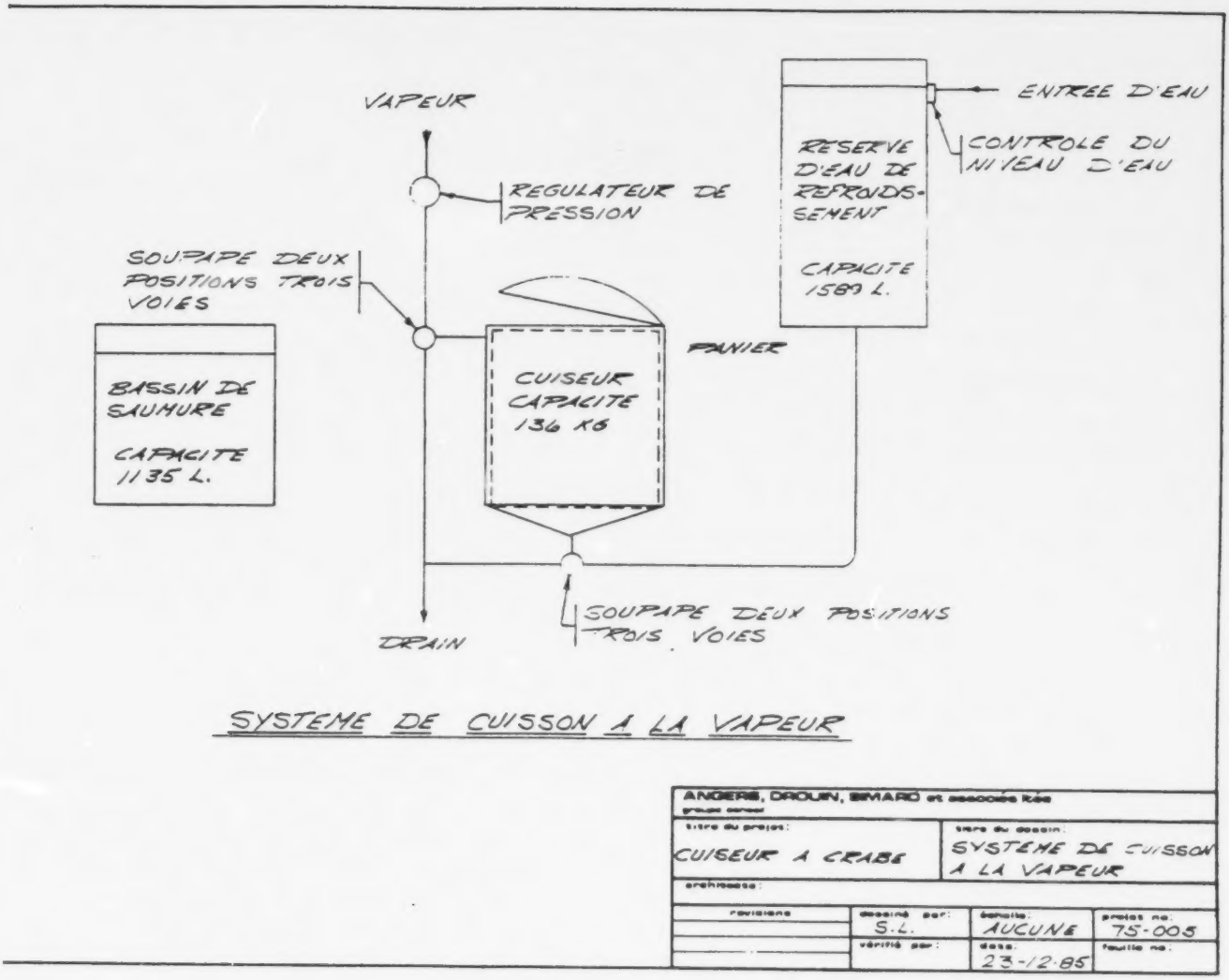


Fig. 11 : Système de cuisson à la vapeur

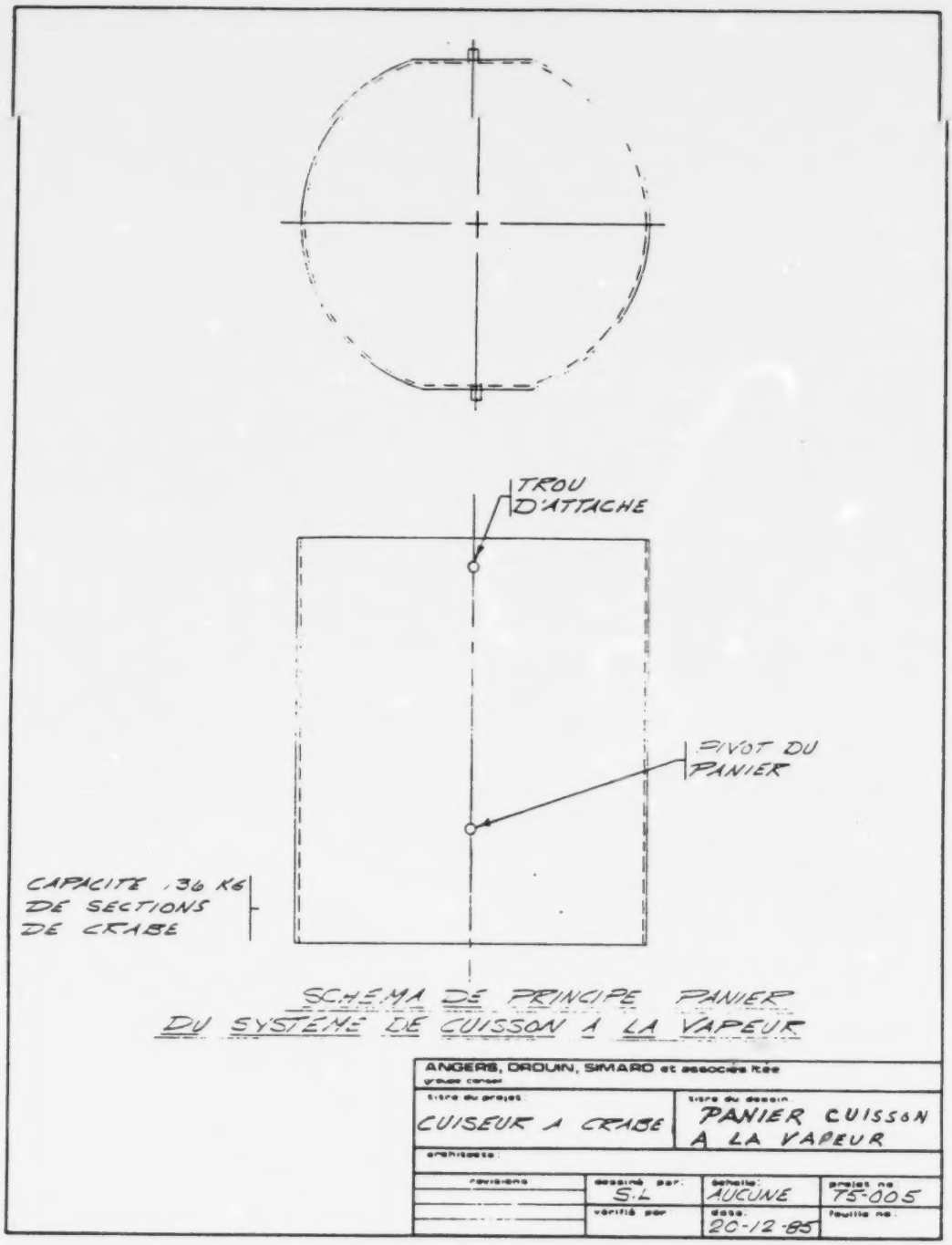


Fig. 12 : Panier de cuisson à la vapeur

4. Le bassin de saumure

Comme les propos précédents l'ont mentionné, le crabe doit être saumuré après une cuisson à la vapeur. Pour ce faire, le panier de crabe est simplement transféré dans le bassin de saumure pour une période d'environ dix (10) minutes. Le réservoir est donc ouvert afin de faciliter la manutention du panier. La solution la plus économique est un réservoir en polyéthylène bien qu'il serait plus durable en aluminium ou en acier inoxydable.

5. Rentabilité

La durée du cycle de cuisson est évaluée à environ 5 minutes, soit 1,5 minute pour accumuler la pression, 3 minutes de cuisson et 0,5 minute de décompression. Le cycle de refroidissement est chiffré à 12 minutes, comprenant une minute pour remplir et une autre pour vidanger. Le cycle total nécessite 18 minutes dont une pour la manutention.

La capacité du panier est 134,4 kg et 3,33 cuissons sont possibles à l'heure pour une capacité de 454,5 kg/h.

Comme pour le cuiseur à eau salée, le coût de la facture énergétique peut être réduit de moitié pour une économie de 7,50 $/heure.

La manutention est presque la même et aucune économie ne peut être faite de ce côté. De plus, un gain de 1 % en poids à 2,50 $/livre permet un gain de 25 $/heure. L'utilisation de ce cuiseur génère un gain de 32,50 $/heure.

Estimation des coûts du système

Trois (3) paniers	3 000 $
Cuiseur	25 000 $
Réservoir de refroidissement	2 000 $
Bassin de saumure	1 000 $
Deux (2) soupapes manuelles	600 $
Divers	1 400 $
Montage	2 000 $
Total:	35 000 $

En considérant les économies d'énergie seulement, le coût présumé du système 35 000 $ peut être rentable en six (6) ans, alors qu'avec le gain en poids le système se paie en deux (2) ans. L'équation de rentabilité utilisée à la page 61.

Même si la rentabilité de ce système repose grandement sur des essais de laboratoire, ce système offre des possibilités très intéressantes et il faut recommander à ce stade de conserver l'option cuisson à la vapeur.

MODIFICATION AU CUISEUR EN CONTINU EXISTANT

Bien que cette étude ne soit pas orientée sur le cuiseur en continu, aucun jugement qualitatif sur ce type de cuiseur ne peut être formulé tout en spécifiant les modifications à y apporter.

Notre attention a porté plus particulièrement sur le cuiseur utilisé à l'usine de "Gestion Baie-Trinité". Le manufacturier de ce cuiseur est:

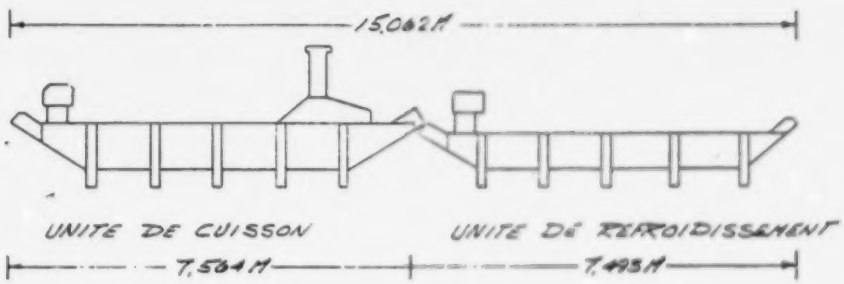
Charlottetown Metal Product
Charlottetown (Prince Edward Island)
Canada

Téléphone: (902) 892-0363
Télex : 014-44147

Notons que le manufacturier est le principal fournisseur d'équipement d'usine pour la transformation du crabe et du homard. Plusieurs systèmes présentement en opération au Québec proviennent de cette compagnie.

Le schéma de principe à la Figure 13 illustre ce type de cuiseur.

Nos commentaires portent sur le système de cuisson incluant le refroidisseur ainsi que le système de ventilation.



SYSTEME DE CUISON CONTINU

ANGERS, DROUIN, SIMARD et associés Rée

titre du projet: CUISEUR A CRABE

titre du dessin: SYSTEME DE CUISSON CONTINU

architecte

révisions	dessiné par: S.L.	échelle: AUCUNE	projet no: 72-305
	vérifié par:	date: 20-12-85	feuille no:

Fig. 13 : Système de cuisson continu

La construction du cuiseur est entièrement en acier inoxydable. Il est simple et robuste, mais plusieurs modifications permettraient de diminuer son coût et d'augmenter sa capacité.

Tout d'abord, la descente du convoyeur dans le bassin de cuisson pourrait être remplacée par une simple chute afin de diminuer la longueur du convoyeur. La conception de cette chute devrait toutefois minimiser les infiltrations d'air et les chocs subis par les sections de crabe. L'extrémité du convoyeur serait, par conséquent, immergée dans l'eau de mer bouillante et les paliers devraient être sélectionnés en fonction de ce milieu.

L'application de cette modification se traduirait par une économie au niveau de la construction, puisque l'on pourrait diminuer la longueur du réservoir et du convoyeur. Voir les schémas de principe des modifications suggérées, (Fig. 14 et 15).

Le nombre de palettes sur la chaîne du convoyeur devrait être doublé afin de mieux contrôler la circulation des crabes. La distance entre chaque palatte pourrait passer de 91,4 cm à 45,7 cm. Le contrôle de la circulation des sections de crabe permet de s'assurer d'une qualité uniforme de cuisson.

Les mailles (2,54 cm x 2,54 cm) de la chaîne du convoyeur pourraient être diminuées à 1,27 cm x 1,27 cm, type AG, afin de diminuer les bris mécaniques des sections de crabe. A remarquer que les bris aux doigts des sections de crabe sont particulièrement importants lorsque le crabe est vendu en sec-

tion, pour le marché japonais, puisque le produit est déclassé. Le changement suggéré de la maille de la chaîne du convoyeur, implique un changement des pignons d'entraînement.

Le retour de la chaîne du convoyeur de l'unité de cuisson se fait présentement par le dessous du cuiseur; ceci occasionne un refroidissement de la chaîne. Il serait préférable de faire revenir la chaîne à l'intérieur du bassin du cuiseur afin d'éviter ce refroidissement de la chaîne et ainsi de diminuer les pertes d'énergie. Cette lacune prend plus d'importance au printemps et en automne ou l'air ambiant dans l'usine est approximativement 15°C.

Le système de ventilation n'est pas assez efficace. En effet, à l'usine de Gestion Baie-Trinité, on a dû percer deux (2) orifices au plafond pour mieux ventiler l'usine. Afin d'améliorer cette situation, il est recommandé de diminuer la surface de l'entrée et de la sortie du cuiseur de façon à réduire au minimum les infiltrations. De plus, la hotte pourrait être allongée pour capter les vapeurs nocives dégagées entre le cuiseur et l'endroit où les sections de crabe sont immergées dans l'eau de refroidissement. Cette section de la hotte peut être combinée à la chute du refroidissement (qui sera discutée plus loin) pour constituer une conduite fermée minimisant les émanations de gaz nocif à l'extérieur du système de cuisson. Les Figures 14 et 15 montrent les modifications aux convoyeurs et à la hotte de ventilation.

D'autre part, une économie d'énergie est possible en isolant le cuiseur. Cependant, les coûts reliés au recouvrement sont élevés et la rentabilité ne pourra se faire que sur une longue période.

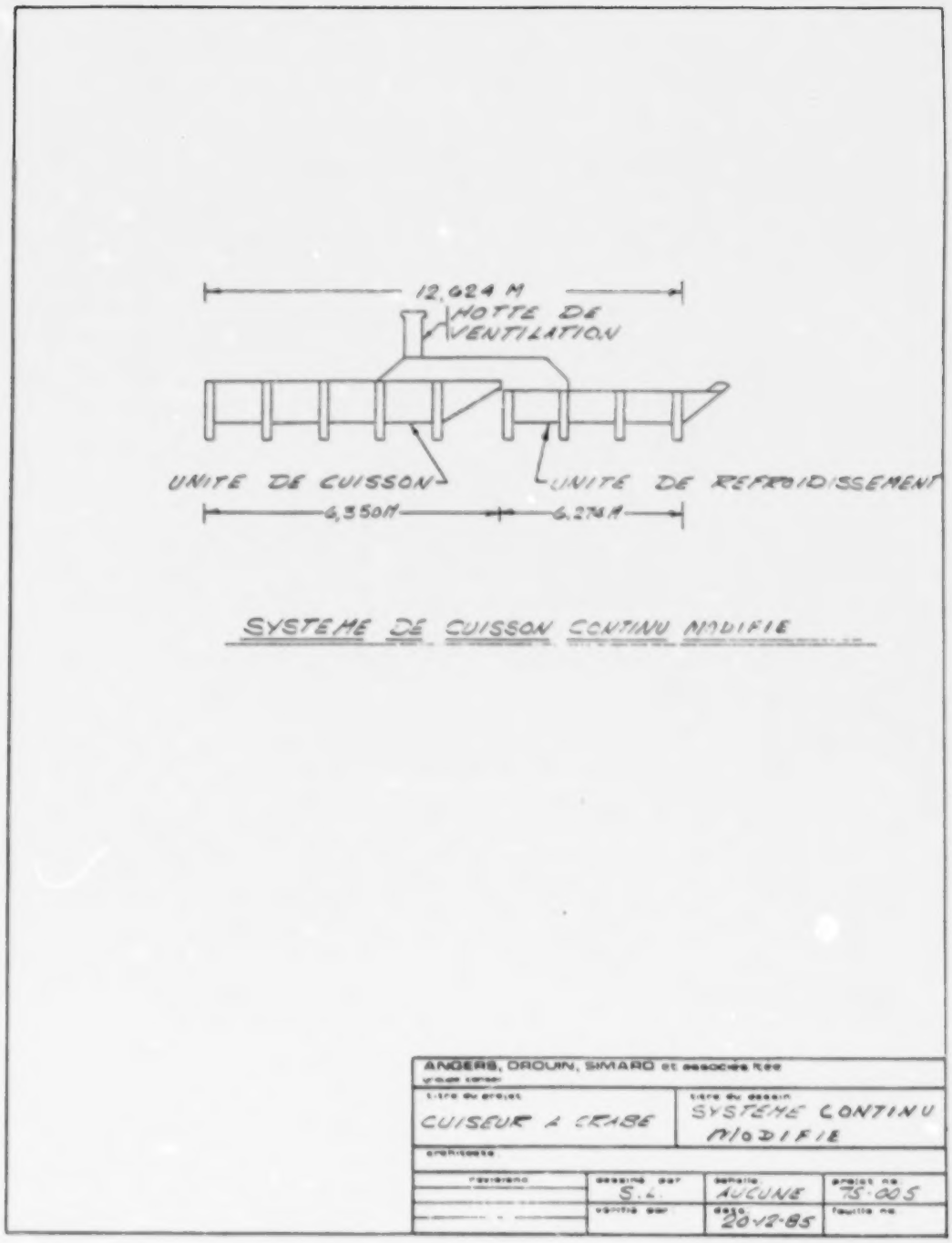
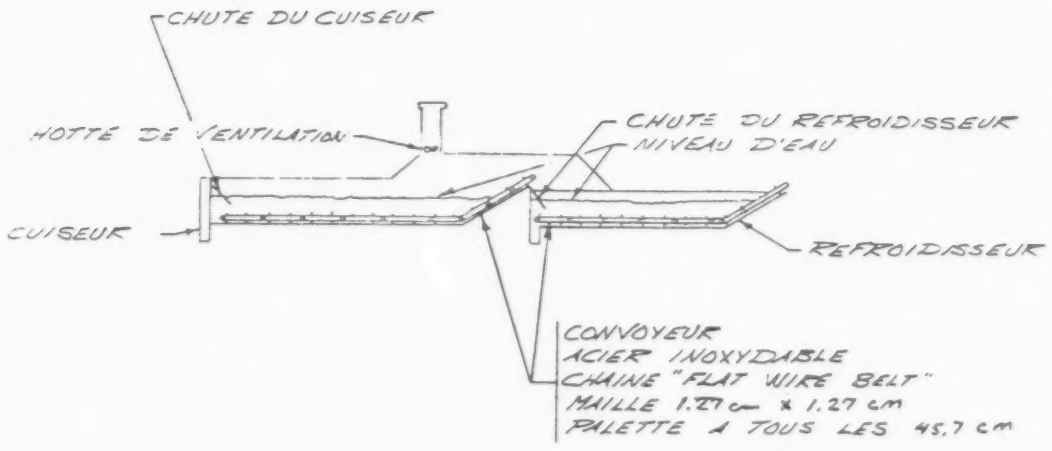


Fig. 14 : Système continu modifié



VUE EN COUPE DU SYSTEME DE CUISSON MODIFIE

ANDERS, DROUIN, SIMARD et associés ltée

titre du projet: CUISEUR A CRABE	titre du dessin: VUE EN COUPE SYSTEME CONTINU
architecte:	

révisions	dessiné par	échelle	projet no
	SL	AUCUNE	75-005
	vérifié par	date: 20-12-85	feuille no

Fig. 15 : Vue en coupe du système continu

Comme pour le cuiseur la descente du convoyeur dans le bassin de refroidissement est inutile et pourrait être remplacée par une chute. Selon ce qui fut précédemment mentionné, cette chute pourrait être combinée au système de ventilation pour former une conduite fermée. L'extrémité du convoyeur serait alors immergé dans l'eau de mer et les paliers doivent être compatibles à ce milieu. Comme pour le cuiseur, la construction du refroidisseur serait soulagée sur le plan mécanique.

La capacité du système de cuisson à l'usine de Baie-Trinité est limitée par le refroidisseur. Le cuiseur en utilisant les palettes sur son convoyeur peut manutentionner plus de sections de crabe et d'une façon plus positive. La courroie plate du refroidisseur favorise les déplacements aléatoires et des temps de rétention plus long.

Il y aurait avantage à remplacer cette chaîne par une chaîne Asworth de type "Flat Wire" avec une maille de 1,27 cm x 1,27 cm et des palettes à tous les 45,7 cm identiques à celles recommandées pour le cuiseur.

Il y aurait également possibilité d'améliorer le refroidisseur en accélérant la vitesse de déplacement de la courroie et en augmentant le débit d'eau froide.

Il faudrait prévoir une trappe pour le nettoyage du bassin comme celle existante sur le cuiseur afin de faciliter les opérations de lavage et de désinfection du bassin.

Le cuiseur de l'usine de Baie-Trinité est construit de manière robuste et simple tout en étant de bonne qualité.

Les modifications suggérées (modification des convoyeurs, changement de chaîne des convoyeurs, modification à la hotte) s'inscrivent au niveau de l'amélioration de la capacité et de la qualité de la production tout en diminuant les émanations de substances volatiles indésirables dans l'usine.

RECOMMANDATIONS

Lors d'une rencontre d'évaluation, le résultat des démarches entreprises dans la phase I du projet fut présenté, afin de préciser davantage le type de cuiseur recherché. Deux représentants du ministère des Pêches et des Océans (MPO) participaient à cette réunion de même qu'un industriel impliqué dans la cuisson des sections de crabe. Notre exposé consistait à présenter le résultat partiel des recherches bibliographiques de même que le rapport des visites. M. Picard de l'Université Laval a décrit les essais et les résultats de la cuisson de section de crabe et les représentants du groupe ADS ont présenté les deux systèmes préconisés pour la cuisson et définir aux points 4,0 et 5,0 de ce rapport (cuisson à l'eau salée et à la vapeur).

Cette réunion fut une occasion de revoir les différentes approches et de choisir le système que l'on devra définir plus en détail dans la phase II du projet (plan et devis du système).

Trois orientations majeures ont redéfini le système:

- utilisation de petits paniers;

- manutention par convoyeurs à rouleaux;

- cuiseur horizontal hermétique, avec vapeur basse pression pour la cuisson et refroidissement à l'eau froide.

Petits paniers

Dans un premier temps, il a été proposé d'utiliser des petits contenants (environ 70 litres) au lieu du gros panier d'un mètre cube actuellement utilisé. Le petit récipient offre plusieurs avantages déjà cités (dans la partie CRITERES DE CONCEPTION) dans cette étude dont une manutention plus facile et manuelle (aucun treuil requis), élimination du transvidage des petits bacs vers le gros panier, préservation maximale de l'intégrité des sections en diminuant la charge supportée par les sections au fond du panier et possiblement une amélioration sur l'uniformité de la cuisson. Ces petits contenants pourraient également servir à d'autres fins comme la cuisson des crevettes ou des bigorneaux.

Ces bacs devront être choisis afin de résister à des températures élevées (vapeur 110°C.) et des chocs thermiques (eau salée à 15°C.). Ils devront également pouvoir s'emboîter, s'engerber et se manipuler facilement.

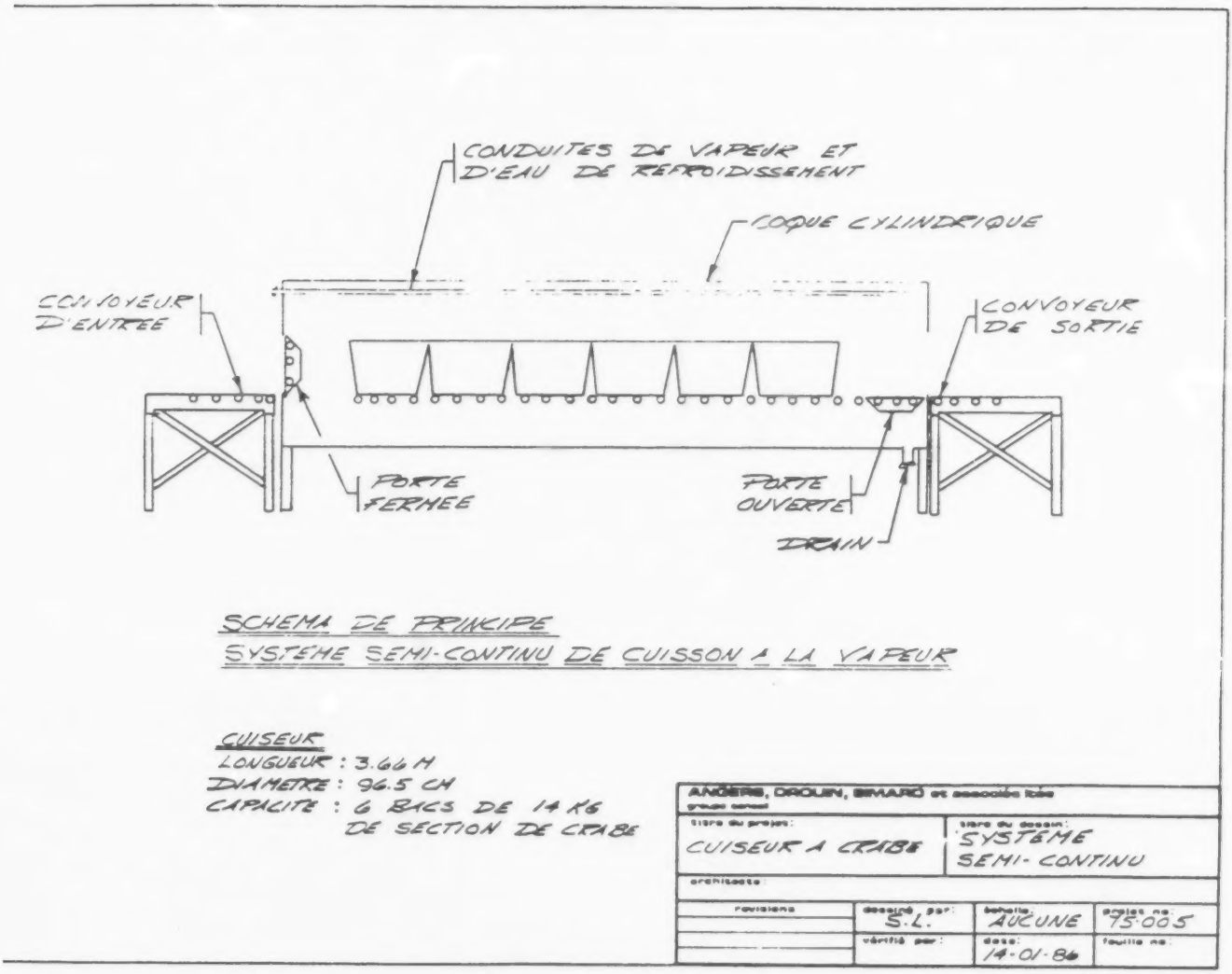


Fig. 16 : Système semi-continu

Manutention par convoyeur à rouleaux

Le schéma de principe de la Figure 16 montre une coupe du cuiseur avec les convoyeurs à rouleaux. Ces convoyeurs facilitent la manutention à l'extérieur de même qu'à l'intérieur du cuiseur. Ces convoyeurs devront être de type sanitaire, pouvoir résister aux charges mécaniques et opérer dans une enceinte avec de la vapeur et de l'eau salée.

Le cuiseur

Le cuiseur devra supporter une pression maximale de 34,5 kPa afin de permettre des essais de cuisson avec une pression de vapeur. L'entrée et la sortie du cuiseur se feront par les extrémités et un mécanisme permettra la fermeture et le blocage de la porte. Le cuiseur devra être isolé tout au moins sur sa périphérie et complètement construit pour satisfaire les normes sanitaires (acier inoxydable 316).

Le système de contrôle devra permettre l'entrée de la vapeur et de l'eau de refroidissement de même que les sorties pour l'eau, la vapeur condensée et les gaz. Le cuiseur devra être alimenté avec de la vapeur à 103 kPa de pression et un mécanisme devra abaisser automatiquement la pression à la valeur désirée.

L'eau de refroidissement passera par une soupape de régulation et entrera dans le cuiseur par des buses situées tout le long du cylindre. Des soupapes automatiques seront nécessaires pour faire sortir l'air lors de la cuisson et l'entrée de l'air lors du refroidissement. Une soupape anti-dépression protégera le cylindre contre un vacuum trop élevé à l'intérieur.

Bac de saumure

Les essais réalisés à l'Université Laval démontrent que les sections devront résider dans une saumure pour une certaine période. Il faudra donc transporter les bacs de la sortie du cuiseur vers les bacs de saumure. Ce travail pourra être réalisé manuellement ou par l'intermédiaire d'un convoyeur automatisé. Ce réservoir de saumure devra possiblement être refroidi. Des essais devront préciser la concentration de la saumure de même que le temps de résidence des sections.

Rentabilité

On peut présumer qu'il sera possible de cuire et refroidir 600 kg/h avec ce système en considérant quatre (4) cuissons à l'heure et six (6) bacs de 70 litres avec 25 kg de sections chacun.

Comme pour les autres systèmes décrits précédemment (dans les parties SYSTEME DE CUISSON A L'EAU SALÉE et SYSTEME DE CUISSON A LA VAPEUR de cette étude) une économie énergétique potentielle et 7,50 $/h sont prévus et le gain de poids évalué à 1 % représente 33 $/heure.

Estimation des coûts du système

Paniers (50)	500,00 $
Cuiseur	20 000,00 $
Bassin de saumure	3 000,00 $
Système automatique de contrôle	6 500,00 $
Convoyeur entrée, sortie	4 000,00 $
Montage, installation	5 000,00 $
Total:	39 000,00 $

En considérant les économies d'énergie et le gain de poids, le système pourrait se rentabiliser dans un (1) an. L'équation utilisée est à la page 60.

CONCLUSION

Les essais réalisés à l'Université Laval ont démontré que la cuisson à la vapeur est avantageuse sur différents points, car elle produit un gain en poids.

Le cuiseur précédemment décrit (dans la section RECOMMANDATIONS) pourrait favoriser la réalisation des essais en industrie sur une plus grande échelle et confirmer les premiers résultats en laboratoire. Ce cuiseur est ici recommandé, parce qu'il réalise la cuisson et le refroidissement en vase clos, répondant ainsi aux prémisses du projet.

Les autres avantages sont la manutention facile, la diminution des bris des sections de crabe, l'économie d'énergie en diminuant l'échappement des vapeurs et une cuisson plus uniforme et régulière par un système de cuisson à la vapeur régis par un contrôle automatique.

BIBLIOGRAPHIE

Ampola, V.G. and R.J. Learson 1971. A new approach to the freezing preservation of blue crab. Proc. 13th International Congress of Refrig. 3, p. 243.

Boom, David D. 1975. Discoloration in processed crabmeat. A review. Journal of Food Science, Vol 40, pp. 756-761.

Burnett, F.S. and G.J. Frick Jr. 1978. Activity and resistance to thermalinactivation of peroxydase in the blue crab (Callinectes sapidus). Journal of Food Science, Vol. 43 pp. 31-43.

Dickerson, R.W. Jr and M.R. Berry Jr. 1976. Heating curves during commercial cooking of the blue crab. Journal of Mill Food Technol., Vol. 39, no 4, pp. 258-262.

Dowdie, O. and S.L. Biede. 1983. Influence of processing temperature on the distribution of tissue and water-soluble proteins in Blue Crab (Callinectes sapidus). Journal of Food Science, Vol. 48 pp. 804-812.

Gildings, G.G., and L.H. Hill. 1975. Processing effects on the lipid fractions and principal fatty acid of blue crab (Callinectes sapidus) muscle. Journal of Food Science. Vol. 40, pp. 1127-1129.

Gildings, G.G., and L.H. Hill. 1976. A scanning electron microscopy study of effects of processing on crustacean muscle. Journal of Food Science. Vol. 41, pp. 455-457.

Hayashi, T., K. Yamaguchi and S. Konosu. 1978. Studies on flavor components in boiled crabs. II Nucleotudes and organic bases in the extracts. Bulletin of the Japenese Society of Scientific Fisheries, 44 (12) pp. 1357-1362.

Hayashi, T., K. Yamaguchi and S. Konosu. 1981. Sensory analysis of taste active components in the extracts of boiled snow crab meat. Journal of Food Science, Vol. 46 pp. 479-493.

Hirnelbloom, B.H., J.E., Rutledge and S.L. Biede 1983. Color changes in blue crabs (Collinectes sapidus) during cooking. Journal of Food Science, Vol. 48, pp. 652-653.

Lopez, A., H.L. Williams and D.R. Ward, 1981. Essential elements in raw, boiled, steamed and pasteurized crabmeat. Journal of Food Science, Vol. 46, pp. 1128-1131.

Miyagawa, M. S. Masayosi, K. Yamane, A. Shimp, S. Vezu, M. Yahibozamo, H. Kuramochi and M. Umezu. 1979. Studies or organic constituents of the snow crab (Chionoecetes opilio). II. Free amino acids in extracts. Bulletin of the Janapese Society of Scientific Fisheries, 45 (1) pp. 115-120.

Roy, B., N.B. Welb and M.L. Speck. 1976. Microbiological evaluation of blue crab processing operations. Journal of Food Science, Vol. 41, pp. 398-402.

Ward, D.R., M.D. Pierson and K.R. Van Tassell. 1977. The microflora of unpasteurised and pasteurized crabmeat. Journal of Food Science. Vol. 42, no 3, pp. 597-614.

Ward, D.R., R. Nickelson, G. Finne et D.J. Hopson. 1983. Processing technologies and their effects on microbiological properties, thermal processing efficiency and yield of blue crab. Marine Fisheries Review (July, August, September), 45, pp. 7-9.

Wentz, B.A., A.P. Duran, A. Schwartzentruder, A.H., Schwab and R.B. Read Jr. 1983. Microbiological quality of fresh blue crabmeat, clams and oysters. Journal of Food Protection. Vol. 46, Nov. pp. 978-981.

Annexe 1

Compte rendu des visites

Lieu:

Nord Pêche inc.
C.P. 580, route 138
Les Escoumins (Québec)
G0T 1K0
Responsable: Monsieur René Raby

Gestion Baie-Trinité
Route 138
Baie-Trinité (Québec)
G0H 1A0
Responsable: Monsieur Jean-Marc Bourque

Pêcheries Coop Rivière-au-Tonnerre
C.P. 40, route 138
Rivière-au-Tonnerre (Québec)
G0G 2L0
Responsable: Monsieur Raymond Duguay

Dates:

20 et 21 août 1985

Par:

MM. Gaston Picard - U.L.
Gratien Beauchemin - ADS
Guy Gosselin - ADS

1.1 Visite de l'usine de Nord Pêche inc.

1.1.1 Description du procédé

Le procédé de cuisson du crabe utilisé à l'usine de Nord Pêche Inc. est de type batch ou cuisson en vrac. Un ouvrier charge dans un panier environ 115 kg de sections de crabe. Le panier est alors immergé dans l'eau bouillante salée puis est retiré huit (8) minutes après que l'eau soit redevenue bouillante. Il est ensuite plongé dans l'eau froide pendant dix (10) à quinze (15) minutes. Les sections de crabe sont alors dirigées vers les tables de classification. Le rythme de productin est de trois (3) paniers à l'heure. A noter que l'opérateur prévoit un délai de 45 minutes pour chauffer l'eau le matin.

L'eau de cuisson est salée à une concentration de 3,25 o/oo alors que l'eau de refroidissement est douce.

Cette usine a un volume de production d'environ 345 kg/h de sections de crabe.

1.1.2 Description des installations

Le système de cuisson en vrac est composé de six (6) items soit:

A- L'unité de cuisson

B- L'unité de refroidissement

C- Deux paniers

D- Un système de chauffage

E- Un treuil mobile

F- Le système de ventilation

A- L'unité de cuisson

L'unité de cuisson est chauffée par barbotage de la vapeur dans l'eau de cuisson. Les dimensions de l'unité en aluminium sont 91,4 cm de longueur x 91,4 cm de largeur x 121,9 cm de hauteur. Un tuyau de 2,54 cm de diamètre au bas de l'unité permet à la vapeur de barboter. Une valve permet de contrôler manuellement l'entrée de la vapeur.

Notons que l'injection de la vapeur dans l'eau est peu usuelle et nécessite généralement un traitement de l'eau. D'autre part, l'injection de vapeur permet une réaction immédiate du cuiseur parce que la chaleur est directement transmise à l'eau de cuisson.

B- L'unité de refroidissement

L'unité de refroidissement consiste en un bac d'eau refroidi par l'introduction constance d'eau douce. A cet effet, un boyau (1,12 cm de diamètre) assure un ajout d'eau par le dessus du réservoir en aluminium et le surplus est tout simplement déversé par le trop plein. L'unité est cubique avec une arête de 91,4 cm.

C- Deux paniers

Les paniers ont une capacité de 115 kg de sections de crabe. Chacun des côtés est perforé de 25 trous d'un diamètre de 2,54 cm afin de faciliter la circulation de l'eau avec le cuiseur ou l'unité de refroidissement. Les dimensions des paniers sont 76,28 cm longueur x 76,28 cm largeur et 83,8 cm hauteur. Les paniers sont en aluminium et pèsent 40 kg.

D- Un système de chauffage

Le système de chauffage est alimenté par une chaudière de 147 kW fonctionnant à l'huile légère. La pression d'opération est de 103,4 kPa et la vapeur est amenée à l'unité de cuisson par une conduite métallique ayant un diamètre de 2,54 cm. La chaudière ne sert pas à d'autre fin.

E- Un treuil mobile

Un treuil mobile suspendu au plafond facilite le transport des paniers entre les différentes étapes de la cuisson. Cet outil s'avère indispensable dans les conditions actuelles d'opération en regard du poids d'un panier plein de sections de crabe, soit environ 155 kg.

F- Le système de ventilation

Une hotte au plafond aspire les vapeurs nocives produites lors de la cuisson. Le diamètre de la conduite d'évacuation est de 61 cm pouvant évacuer approximativement 57 m^3/s.

1.2 Visite de l'usine de gestion Baie-Trinité

1.2.1 Description du procédé

Le système de cuisson à cette usine est de type continu. Les sections de crabe arrivent sur un convoyeur, puis sont introduites dans l'unité de cuisson. Un convoyeur en acier inoxydable, dans l'unité de cuisson, transporte les sections de crabe de l'entrée à la sortie, pour une cuisson de 12 à 14 minutes. Un jet d'eau prérefroidit les sections avant que celles-ci soient acheminées dans l'unité de refroidissement. Ce prérefroidissement diminue les émanations de gaz nocives provenant des sections cuites. Le fonctionnement mécanique de l'unité de refroidissement est similaire à l'unité de cuisson en regard du mode de transmission du produit. Toutefois, le convoyeur est en plastique.

La durée du refroidissement varie de douze (12) à quatorze (14) minutes. Les sections sont alors dirigées vers un autre convoyeur en direction des tables de classification. La cuisson et le refroidissement sont faits dans l'eau de mer. Le volume de production de cette usine est d'environ 1 035 kg/h de sections de crabe. Tous les matériaux sont en acier inoxydable.

1.2.2 Description des installations

A- L'unité de cuisson

B- L'unité de refroidissement

C- Le système de ventilation

D- Le système de chauffage

A- L'unité de cuisson

L'unité de cuisson est chauffée à l'aide d'un échangeur de chaleur composé d'un tuyau formant une boucle dans le fond de l'unité. Une soupape thermostatique permet de contrôler le débit de vapeur en fonction de la température de cuisson désirée.

Le convoyeur immerge les sections de crabe dans l'eau bouillante pour les ressortir lorsque la cuisson est terminée. La pente du convoyeur à l'entrée et à la sortie est de 30° environ et la section centrale a une longueur de 4,88 m. Les dimensions extérieures de l'unité de cuisson sont 7,62 m de longueur x 0,91 m de largeur 1,22 m de profondeur.

La courroie du convoyeur est fabriquée par Asworth et est du modèle "Flat Wire Belt" avec une maille de 2,54 cm par 2,54 cm avec des palettes à tous les 92 cm.

B- L'unité de refroidissement

L'unité de refroidissement utilise l'eau de mer à un débit d'environ cinq (5) L/s. Cette unité est similaire à l'unité de cuisson. Toutefois, le convoyeur est en plastique au lieu d'être en acier inoxydable.

Un prérefroidissement est fait en arrosant les crabes avec de l'eau froide juste à la sortie du cuiseur.

C- Le système de ventilation

L'unité de cuisson est munie d'un couvercle pour limiter les émanations et est reliée au ventilateur qui rejette à l'extérieur les substances volatiles. Cette conduite d'échappement a un diamètre de 40,6 cm. De plus, deux (2) orifices de 0,5 m2 chacun ont été faits dans la toiture pour assister le système d'évacuation.

D- Le système de chauffage

Une chaudière à l'huile légère de 490 kW alimente la vapeur nécessaire à l'unité de cuisson par une conduite métallique ayant un diamètre de 2,54 cm. Un soupage thermostatique sert à contrôler le débit de vapeur. Toutefois, lors de notre visite, cette soupape ne fonctionnait pas et le contrôle de la température se faisait manuellement.

1.3 Visite de l'usine de Pêcheries Coop Rivière-au-Tonnerre

1.3.1 Description du procédé

Le procédé de cuisson est de type batch et est semblable au procédé utilisé par Nord Pêche Inc. Toutefois, le refroidissement se fait à l'eau glacée afin de faciliter le décorticage des sections de crabe. Il peut fournir trois (3) unités de cuisson en vrac chacune ayant une capacité de chargement de 115 kg de sections.

Pour la saison 1985, la cuisson et le refroidissement sont à l'eau de mer. L'an dernier, la cuisson et le refroidissement étaient à l'eau douce un trempage de deux (2) minutes dans une saumure permettait d'atteindre le goût désiré. D'autre part, un projet d'agrandissement annonce l'utilisation d'un procédé en continu utilisant l'eau de mer.

1.3.2 Description des installations

Ce système de cuisson se compose de six (6) items comme à Nord Pêche Inc.

A- Les unités de cuisson

B- L'unité de refroidissement

C- Les paniers

D- Le système de chauffage

E- Le treuil mobile

F- Le système de ventilation

A- Les unités de cuisson

Les unités de cuisson en aluminium sont chauffées par des conduites permettant de récupérer l'eau condensée. Les dimensions de chaque unité sont de 91,4 cm de longueur x 91,4 cm de largeur x 121,9 cm de hauteur. Le débit de vapeur est contrôlé manuellement. Les trois (3) unités sont utilisées en alternance.

B- L'unité de refroidissement

L'unité de refroidissement en aluminium utilise de la glace concassée afin d'accélérer le refroidissement. Ce système emploie trois (3) unités de cuisson pour une de refroidissement. Cette unité est cubique avec un arête de 91,4 cm.

C- Les paniers

Les paniers en aluminium ont aussi une capacité de 115 kg de sections de crabe. Deux (2) côtés sont en grillage alors que les deux (2) autres sont pleins. Les dimensions au panier sont 76,2 cm de longueur x 76,2 cm de largeur x 83,8 cm de hauteur.

D- Le système de chauffage

Deux (2) chaudières servent à alimenter la vapeur aux unités de cuisson et au chauffage de l'usine. La première a une capacité de 294 kW et la deuxième a une capacité de 255 kW. Ces deux (2) chaudières fonctionnent à l'huile légère. La pression d'opération de ces chaudières est de 620 kPa. Il faut remarquer que les chaudières sont généralement utilisées en alternance; l'une ou l'autre pouvant servir d'unité d'urgence.

E- Le treuil mobile

Un treuil électrique mobile facilite le transport des paniers en particulier, avec une charge unitaire de 115 kg de sections de crabe.

F- Le système de ventilation

Une hotte avec une cheminée de 61 cm de diamètre et un ventilateur de 0,56 kW permet d'évacuer 56,6 m^3/min d'air au-dessus des cuiseurs.